MAX

4 A

NOVA

VMBO-B

Nask 1
Natuurkunde



NAAM EN KLAS:

MALMBERG



4 VMBO-B deel A

Nask 1

Auteurs
Sander Michon

Eindredactie
Linda Kleverlaan

Met medewerking van
Jac van Gemert
Ton Jacobs
Lineke Pijnappels
Lian Poelsma

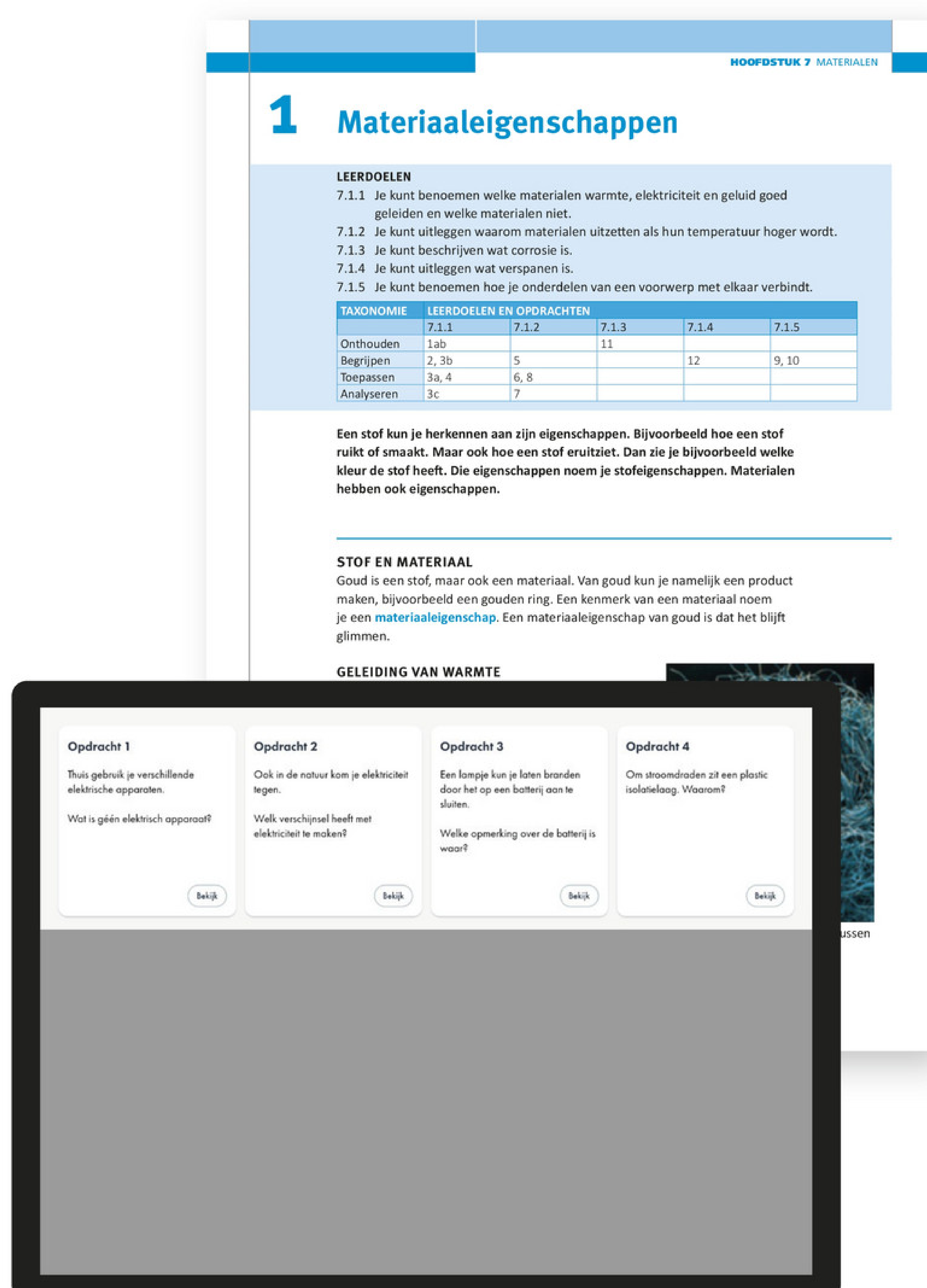
 Release 5.0, eerste oplage

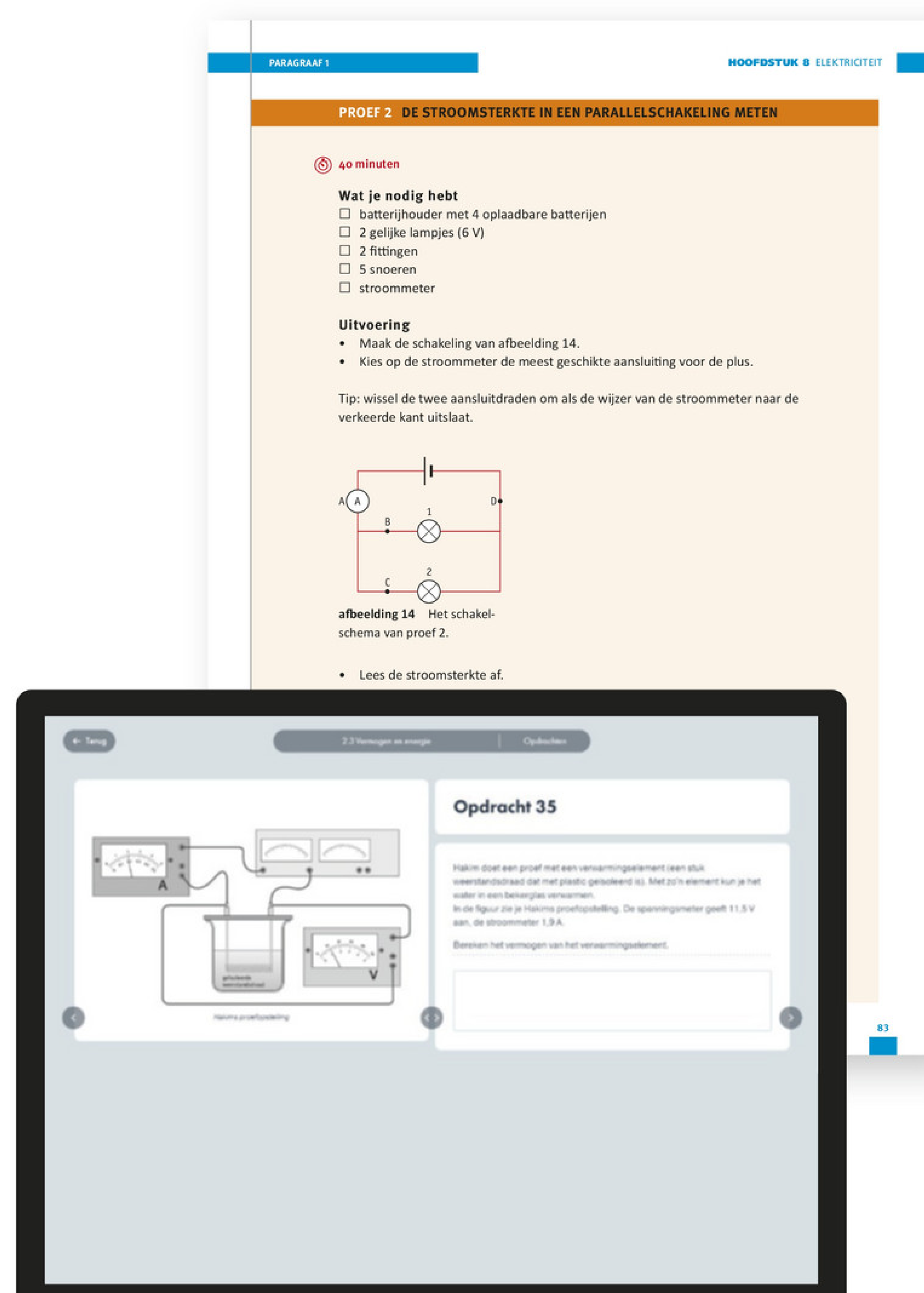
www.malmberg.nl/nova-natuurkunde
Malmberg, ’s-Hertogenbosch

Aan de slag met Nova

Waarom Nova?

Natuurkunde gaat over de wereld om je heen. Met *Nova* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken!





Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je leraar kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk hoofdstuk is verdeeld in een Introductie waarin je je voorkennis test, Theorieparagrafen en een Afsluiting. Aan het begin van elke paragraaf is met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren en op welk taxonomieniveau je het geleerde oefent bij de opdrachten. Aan het einde van elke paragraaf staat Onthoud. Dat zijn de belangrijkste dingen die je in de paragraaf leert. In de proeven moet je zelf dingen doen en ontdekken. In de Afsluiting vind je de onderdelen Onthoud en Begrippen.

Voordelen van online

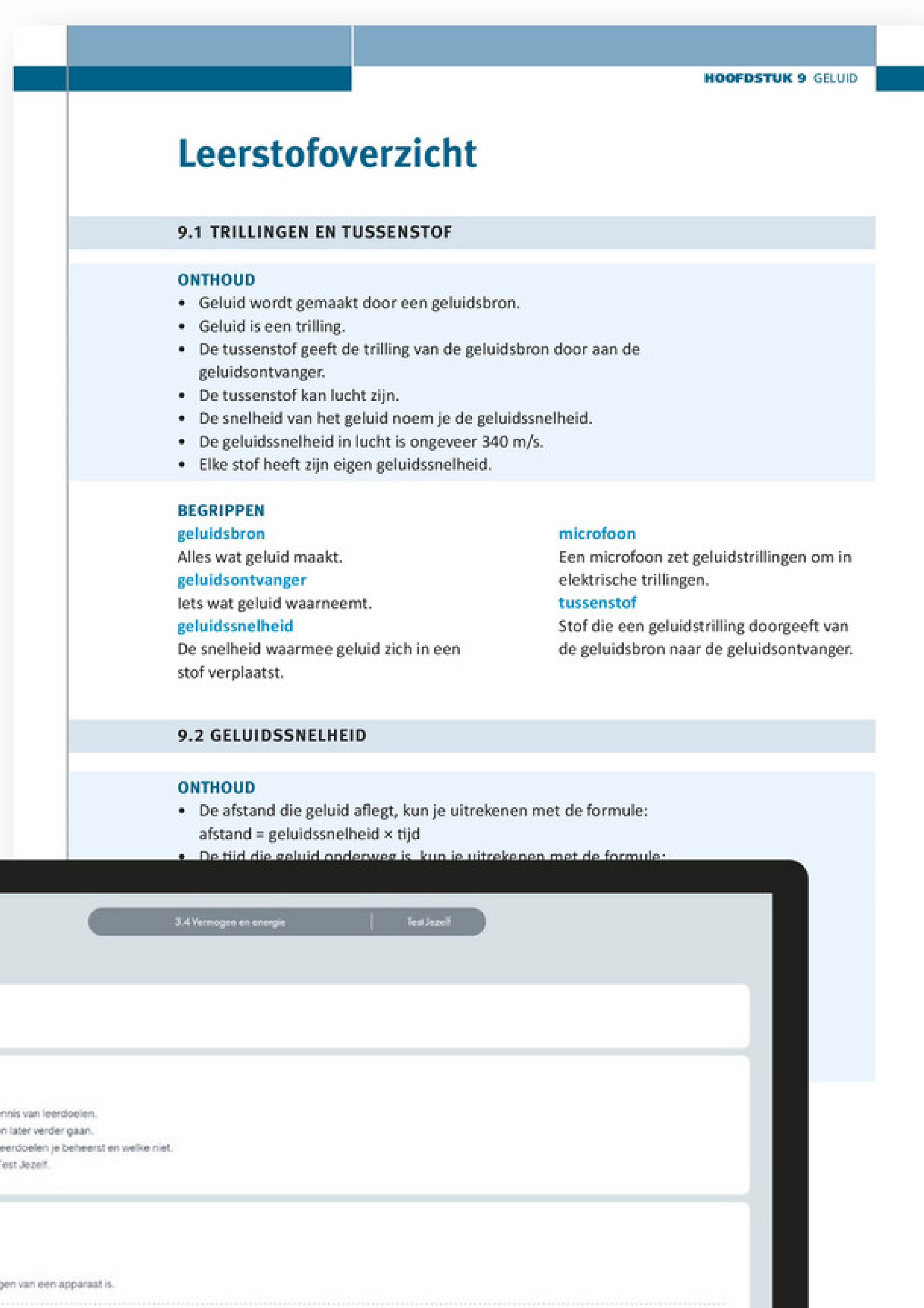
- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je test je voorkennis met de *Voorkennistoets*.
- Je leert de begrippen met de *Flitskaarten*.
- Je meet of je de stof beheerst met de *Test jezelf* en *Oefentoets*.
- Je leraar volgt hoe je het doet.

Goede voorbereiding op de toets

Aan het einde van elk hoofdstuk vind je in het Leerstofoverzicht de onderdelen Onthoud en Begrippen. Die helpen je bij de voorbereiding op de toets. In de online paragraaf Afsluiting vind je *Flitskaarten* om alle begrippen mee te leren. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan aan het einde van elke paragraaf de *Test jezelf* of *Oefentoets*.

Uitgebreide examentraining

Achter in de boeken van leerjaar 4 vind je de Examentraining. Daarin leer je hoe je je kunt voorbereiden op het examen. Je gaat oefenen met examenvaardigheden. Ook ga je echte examenopgaven maken.



HOOFDSTUK 9 GELUID

Leerstofoverzicht

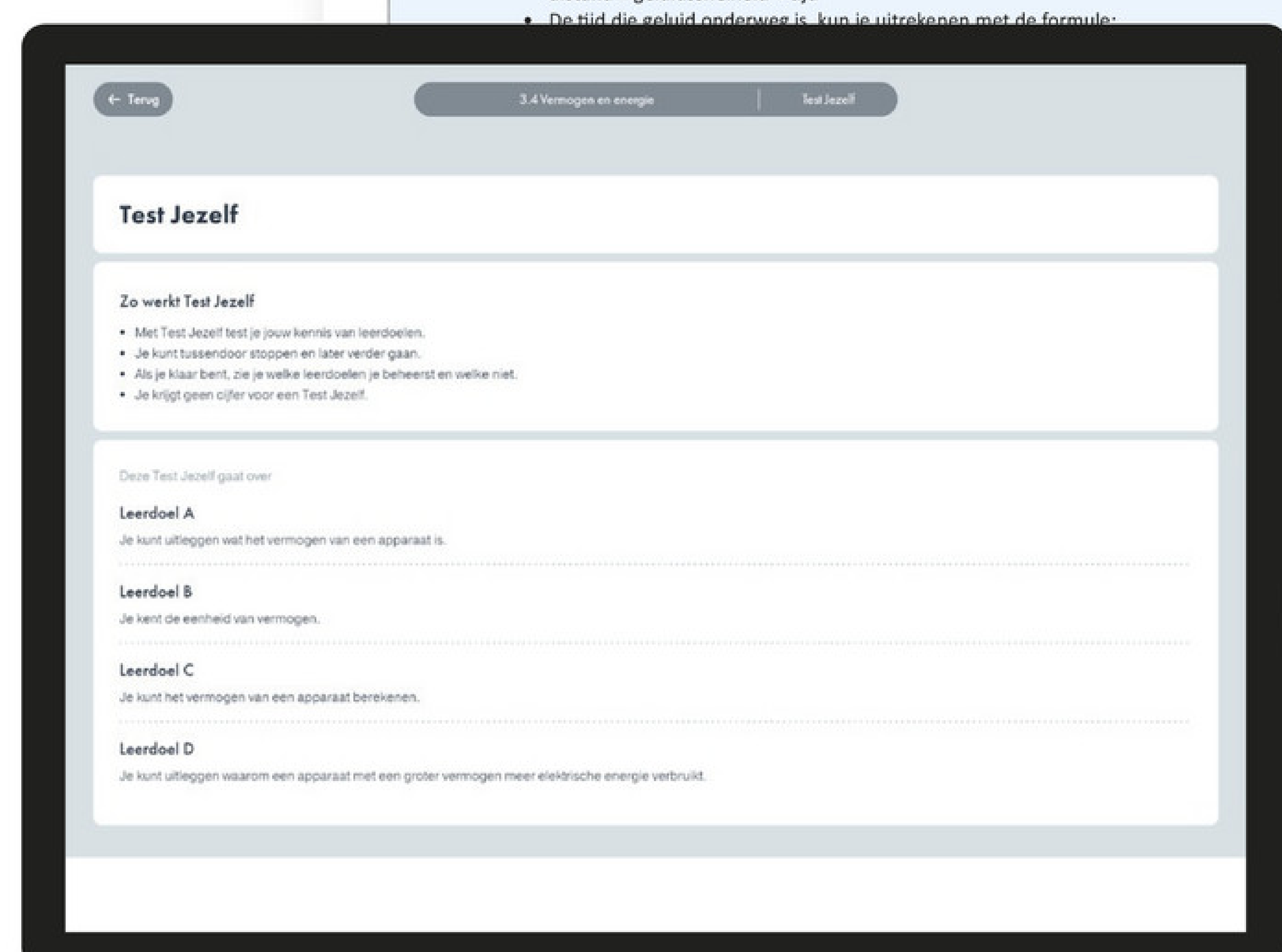
9.1 TRILLINGEN EN TUSSENSTOF

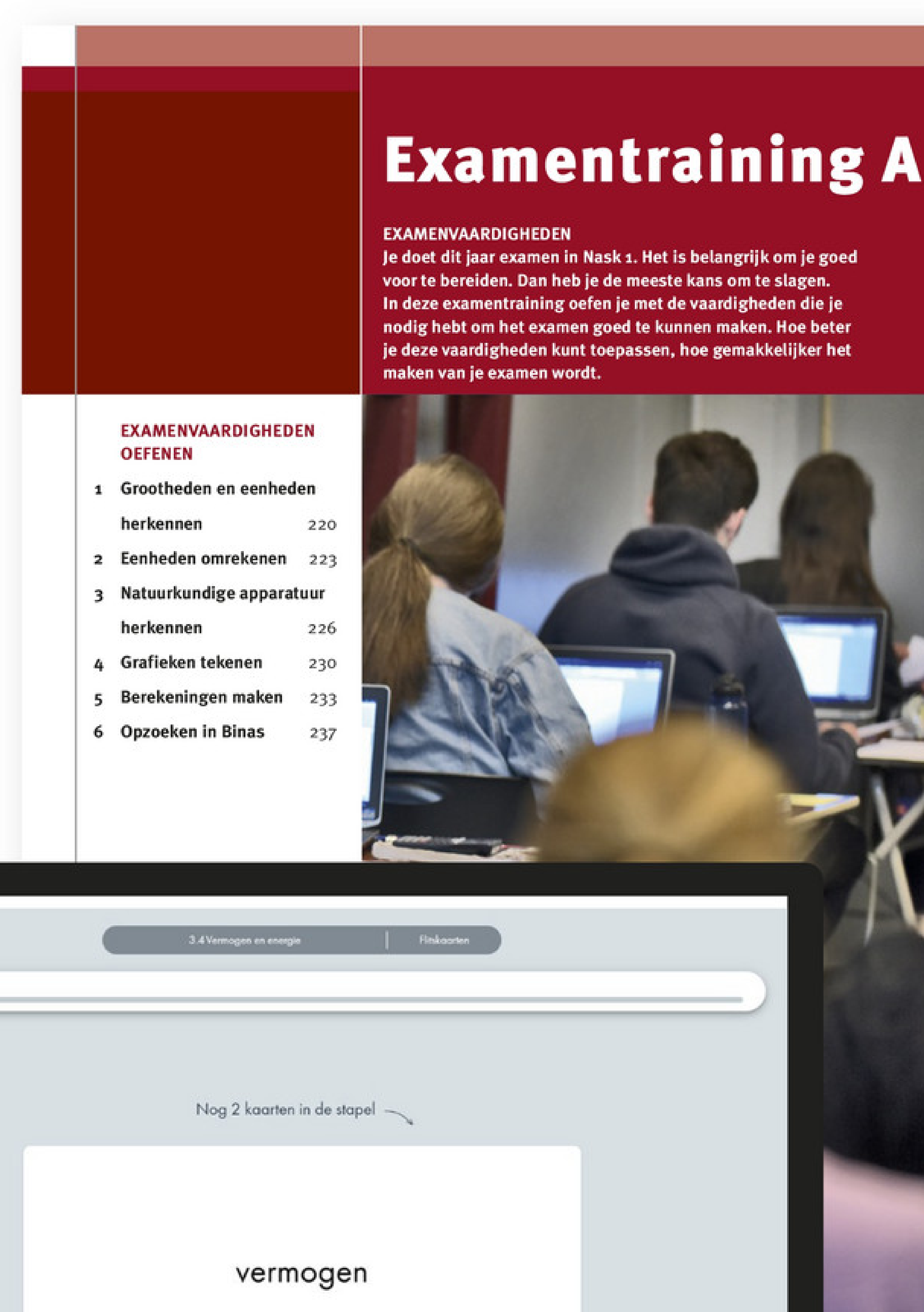
ONTHOUD
- Geluid wordt gemaakt door een geluidsbron.
- Geluid is een trilling.
- De tussenstof geeft de trilling van de geluidsbron door aan de geluidsontvanger.
- De tussenstof kan lucht zijn.
- De snelheid van het geluid noem je de geluidssnelheid.
- De geluidssnelheid in lucht is ongeveer 340 m/s.
- Elke stof heeft zijn eigen geluidssnelheid.

BEGRIPPEN
geluidsbron
Alles wat geluid maakt.
geluidsontvanger
Iets wat geluid waarneemt.
geluidssnelheid
De snelheid waarmee geluid zich in een stof verplaatst.
microfoon
Een microfoon zet geluidstrillingen om in elektrische trillingen.
tussenstof
Stof die een geluidstrilling doorgeeft van de geluidsbron naar de geluidsontvanger.

9.2 GELUIDSSNELHEID

ONTHOUD
- De afstand die geluid aflegt, kun je uitrekenen met de formule:
  afstand = geluidssnelheid × tijd

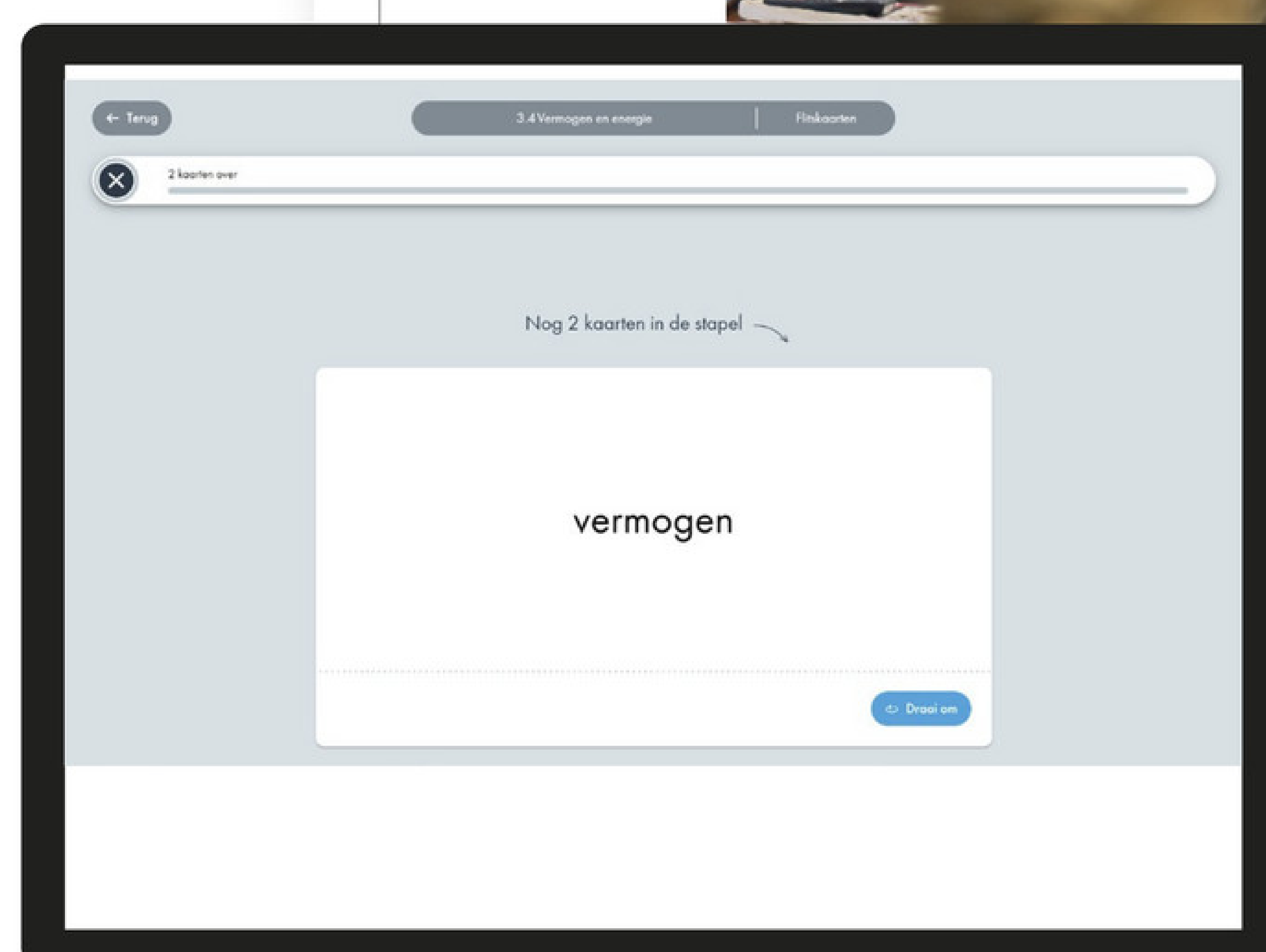




Examentraining A

EXAMENVAARDIGHEDEN
Je doet dit jaar examen in Nask 1. Het is belangrijk om je goed voor te bereiden. Dan heb je de meeste kans om te slagen. In deze examentraining oefen je met de vaardigheden die je nodig hebt om het examen goed te kunnen maken. Hoe beter je deze vaardigheden kunt toepassen, hoe gemakkelijker het maken van je examen wordt.

EXAMENVAARDIGHEDEN OEFENEN



Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je schrijft je berekeningen op.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

 Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.

 Met dit practicum ben je zo lang bezig.

 Dit is een moeilijke opdracht.

 Deze opdracht kun je het best in het boek maken.

Inhoud Deel A

Inhoud Deel B

7 Materialen

EEN PRODUCT MAKEN
Materialen zijn stoffen waarmee je iets kunt maken. Denk maar eens aan alle spullen die je hebt: je fiets of je broodtrommel. Die zijn allemaal gemaakt met materialen. Als spullen niet meer worden gebruikt, komen ze in een afvalverwerkingsbedrijf terecht. Daar worden ze bijvoorbeeld gerecycled.

INTRODUCTIE

THEORIE

AFSLUITING





Wat weet je al over stoffen en materialen?

LEERDOELEN

1 Je kunt het volume van een rechthoekig voorwerp berekenen.
2 Je kunt stoffen herkennen aan hun stofeigenschappen.
3 Je kunt het verschil benoemen tussen een stof en een materiaal.
4 Je kunt het volume van een vloeistof meten met een maatcilinder.
5 Je kunt het volume van een onregelmatig voorwerp bepalen met behulp van de onderdompelmethode.
6 Je kunt benoemen welke schadelijke gassen ontstaan bij verbranding van fossiele brandstoffen.

In deel 1-2 van Nova Nask en in hoofdstuk 2 van deel 3A heb je al een aantal dingen over stoffen geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig voor dit hoofdstuk. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Bereken het volume van het blokje in afbeelding 1.

gegevens lengte = ... cm

breedte = ... cm

hoogte = ... cm

gevraagd volume = ?

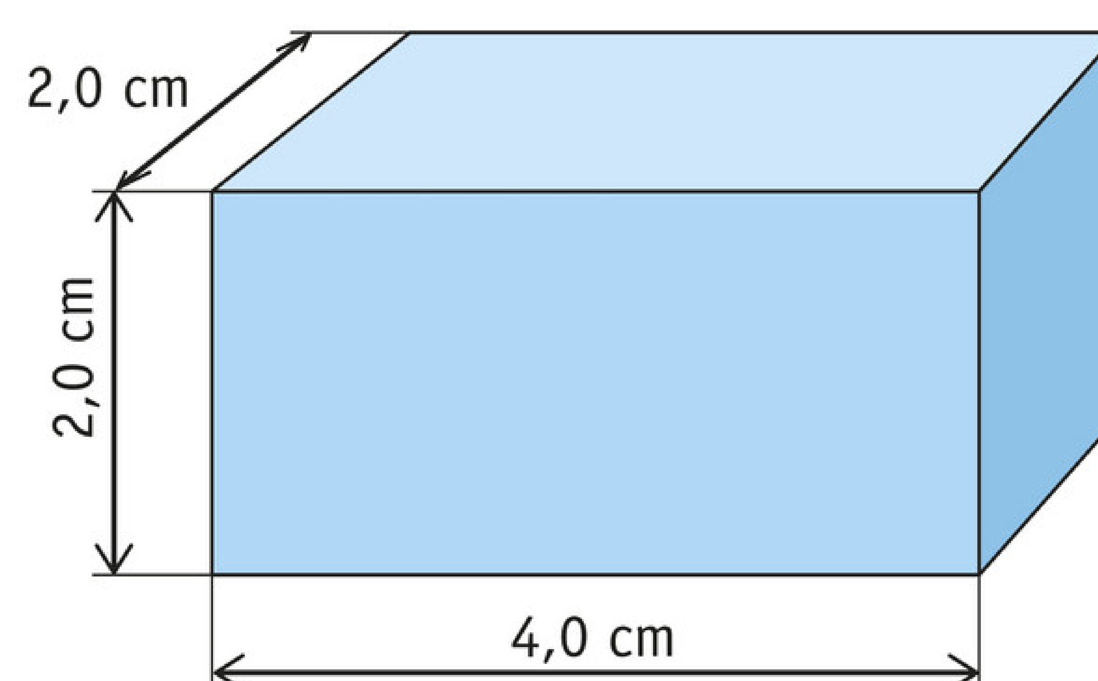
uitwerking ....

....

....

....

....



afbeelding 1 De afmetingen van een blokje.

2 Geef van de vetgedrukte eigenschap aan of het wel of geen stofeigenschap is.

1 De **geur** van het hout lijkt op die van dennennaalden. *WEL / GEEN* stofeigenschap
2 De **kleur** van de kunststof stoel is bruin. *WEL / GEEN* stofeigenschap
3 De **massa** van de sleutel is 50 g. *WEL / GEEN* stofeigenschap
4 Het **volume** van het kopje is 29 cm^3. *WEL / GEEN* stofeigenschap

3 Hoe noem je een stof waarvan je een product kunt maken?

Zo'n stof noem je een ....

4 Bekijk tabel 1.
De eigenschappen zijn vetgedrukt.
Kruis aan welke eigenschap een stofeigenschap is en welke geen stofeigenschap is.

tabel 1 Wel of geen stofeigenschap?

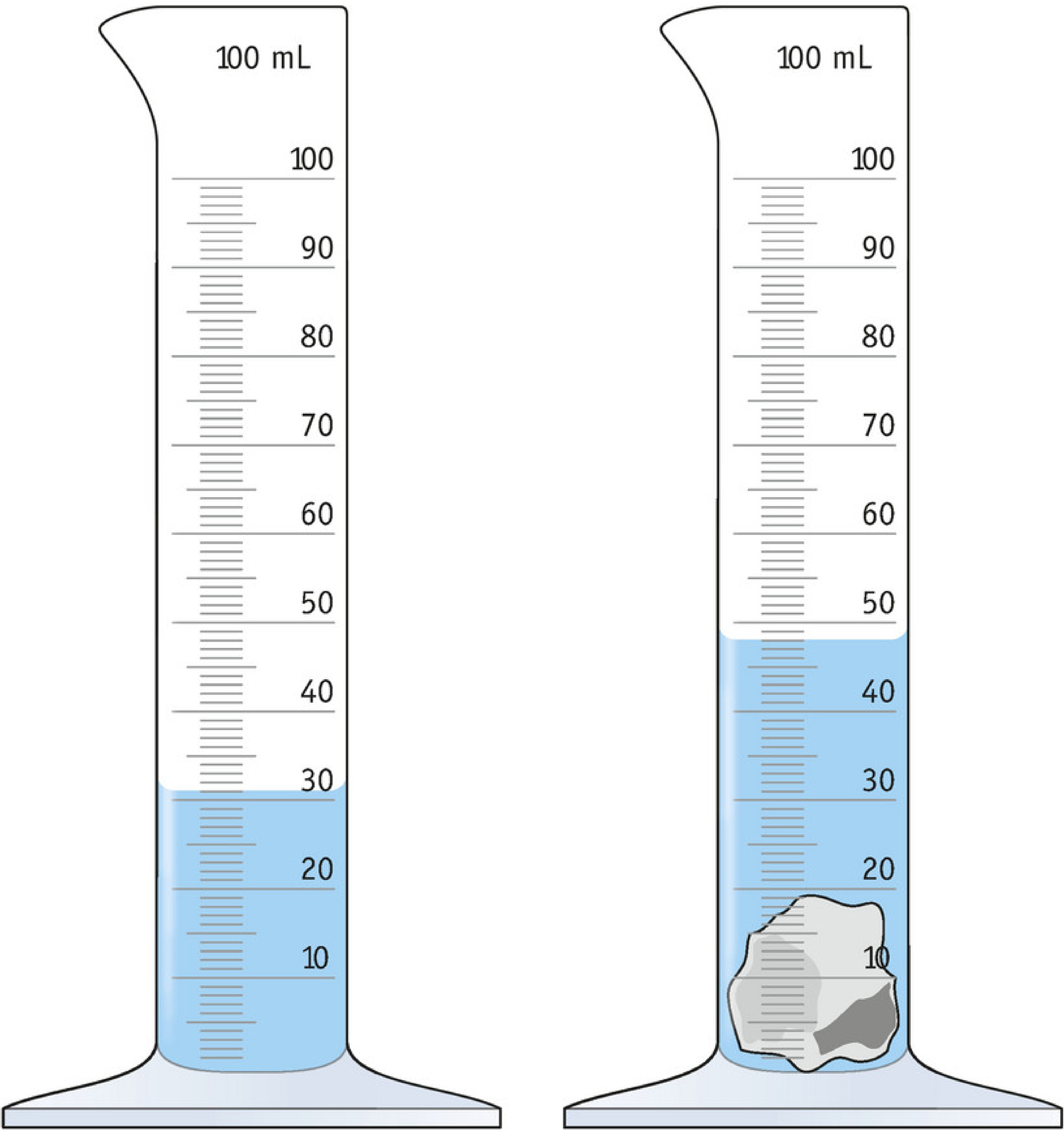
eigenschap	wel	geen
De fles is **doorzichtig**.		
De **oplosbaarheid** van zout in water is goed.		
De tafel is rechthoekig van **vorm**.		
De **fase** van ijzer is vast bij 20 °C.		
Het **smeltpunt** van aluminium is 660 °C.		

5 In afbeelding 2 zie je twee dezelfde maatcilinders.
De eerste afbeelding is een maatcilinder met water. De tweede afbeelding is dezelfde maatcilinder met hetzelfde volume water en een steen.
Bereken het volume van de steen.

Het volume van het water is .... mL.

Het volume van het water plus de steen is .... mL.

Het volume van de steen is dus: .... – .... = ... mL.



afbeelding 2 De onderdompelmethode.

6 In een elektriciteitscentrale worden fossiele brandstoffen verbrand.
Geef een voorbeeld van een fossiele brandstof.

....

Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste voorkennis voor dit hoofdstuk.

1 Materiaaleigenschappen

LEERDOELEN

7.1.1 Je kunt benoemen welke materialen warmte, elektriciteit en geluid goed geleiden en welke materialen niet.
7.1.2 Je kunt uitleggen waarom materialen uitzetten als hun temperatuur hoger wordt.
7.1.3 Je kunt beschrijven wat corrosie is.
7.1.4 Je kunt uitleggen wat verspanen is.
7.1.5 Je kunt benoemen hoe je onderdelen van een voorwerp met elkaar verbindt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5
Onthouden	1ab		11		
Begrijpen	2, 3b	5		12	9, 10
Toepassen	3a, 4	6, 8			
Analyseren	3c	7			

Een stof kun je herkennen aan zijn eigenschappen. Bijvoorbeeld hoe een stof ruikt of smaakt. Maar ook hoe een stof eruitziet. Dan zie je bijvoorbeeld welke kleur de stof heeft. Die eigenschappen noem je stofeigenschappen. Materialen hebben ook eigenschappen.

STOF EN MATERIAAL

Goud is een stof, maar ook een materiaal. Van goud kun je namelijk een product maken, bijvoorbeeld een gouden ring. Een kenmerk van een materiaal noem je een **materiaaleigenschap**. Een materiaaleigenschap van goud is dat het blijft glimmen.

GELEIDING VAN WARMTE

Als je aan het koken bent, wil je dat de pannen aan de binnenkant snel heet worden. Je wilt dat de pannen de warmte goed geleiden. Materialen die de warmte goed geleiden, noem je **geleiders**. Alle metalen zijn goede warmtegeleiders.

In de winter wil je kleding dragen die je lekker warm houdt. Je kiest dan voor kleding die is gemaakt van een materiaal waar veel lucht in zit (afbeelding 1). Lucht zorgt ervoor dat de warmte wordt vastgehouden. Lucht geleidt warmte slecht. Een materiaal dat warmte slecht geleidt noem je een **isolator**. Lucht is een goede warmte-isolator.



afbeelding 1 Er zit veel lucht tussen de vezels van een fleecetrui.

GELEIDING VAN ELEKTRICITEIT

Aan de meeste elektrische apparaten zit een snoer. In dat snoer zit een materiaal dat de stroom goed geleidt. Zo komt de stroom gemakkelijk bij het apparaat. Materialen die de elektrische stroom goed geleiden heten geleiders. Alle metalen zijn goede geleiders van elektriciteit.

De meeste apparaten in huis hebben een buitenkant van plastic. Plastic geleidt stroom niet goed. Plastic is een isolator. Bijna alle materialen die geen metaal zijn, zijn goede isolatoren.

GELEIDING VAN GELUID

Elk materiaal geeft geluid door. Dat heet geluid geleiden. Sommige materialen kunnen geluid dempen. Dit betekent dat ze geluid minder goed doorgeven. Vooral materialen met veel gaatjes, openingen en kanaaltjes kunnen geluid goed dempen. Voorbeelden zijn glaswol, steenwol, katoen, piepschuim en rubber.

1  Een steelpannetje bestaat uit materialen die warmte goed geleiden en materialen die warmte niet goed geleiden.

a Hoe noem je een materiaal dat warmte niet goed geleidt?

Zo'n materiaal noem je een ....

b Bekijk afbeelding 2.
Omcirkel in de afbeelding het gedeelte van het steelpannetje dat de warmte niet goed geleidt.



afbeelding 2 Water koken in een steelpannetje.

2 Geef aan of het materiaal een geleider of een isolator is voor elektriciteit.

1 aluminium *GELEIDER / ISOLATOR*
2 glas *GELEIDER / ISOLATOR*
3 ijzer *GELEIDER / ISOLATOR*
4 koper *GELEIDER / ISOLATOR*
5 plastic *GELEIDER / ISOLATOR*
6 rubber *GELEIDER / ISOLATOR*

3 Het snoer in afbeelding 3 is van een strijkijzer.
De blauwe draad is beschadigd. Daar zie je het koper doorheen komen.

a Leg uit waarom het gevaarlijk is om dit strijkijzer te gebruiken.

....

....

....

b Je wilt het snoer repareren.
Welke eigenschap moet het reparatiemateriaal zeker hebben?

○ A Het materiaal moet de stroom wel geleiden.
○ B Het materiaal moet de stroom niet geleiden.

c Waarom mag het reparatiemateriaal niet uit koper of aluminium bestaan?

....

....

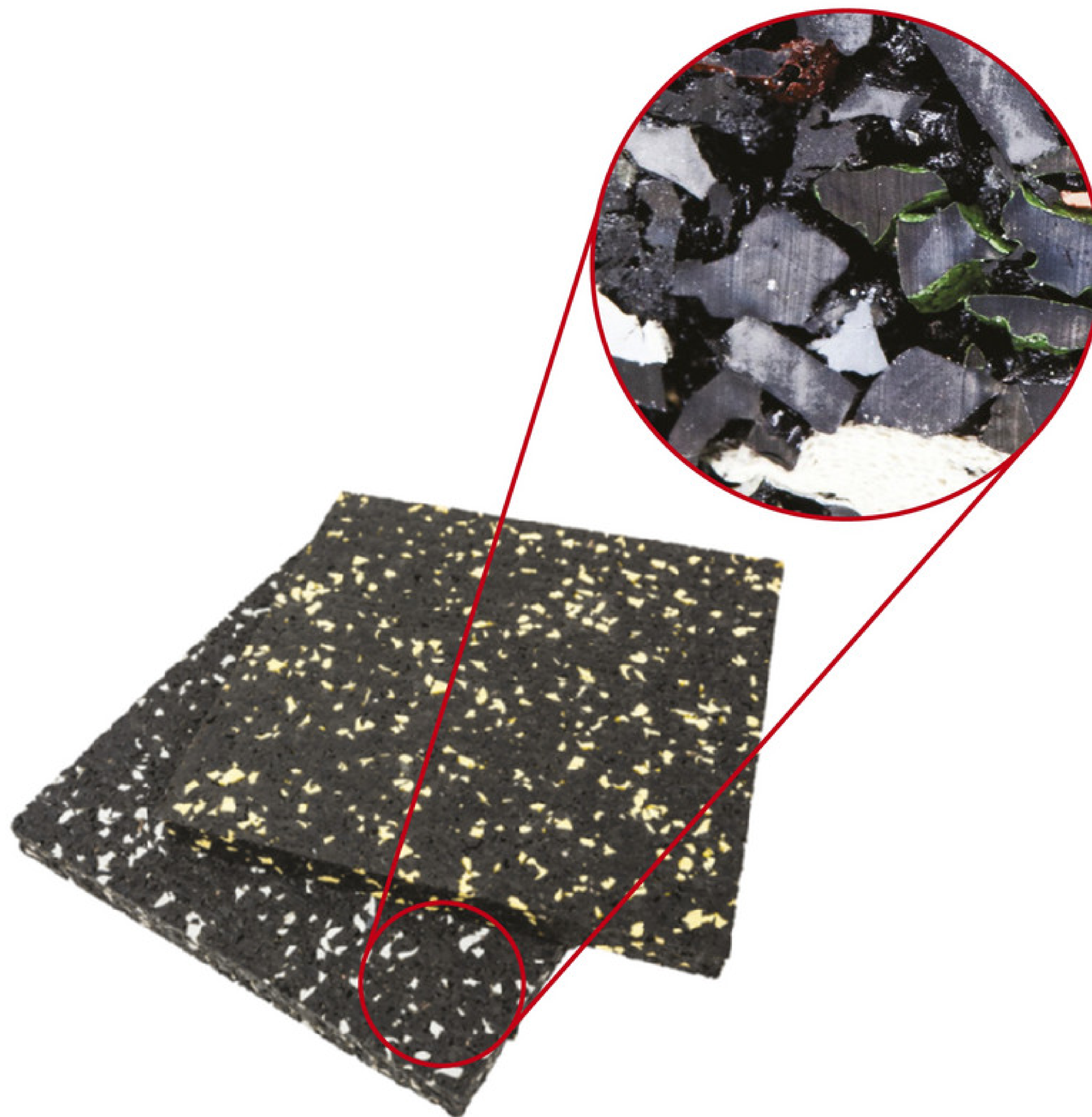
....



afbeelding 3 Een breuk in een snoer.

4 Een wasmachine die wast, maakt veel geluid. Dat geluid kun je verminderen. Zet de wasmachine dan op een isolatiemat.
Je ziet een isolatiemat in afbeelding 4.
Welke eigenschap moet het materiaal hebben waarvan de mat is gemaakt?

- ○ A Het materiaal moet een hoge dichtheid hebben.
- ○ B Het materiaal moet gaatjes hebben.
- ○ C Het materiaal moet gemakkelijk in te drukken zijn.
- ○ D Het materiaal moet zwart zijn.



afbeelding 4 Een isolatiemat.

UITZETTEN EN KRIMPEN

Moleculen zijn altijd in beweging. Zelfs in een vaste stof trillen de moleculen. Hoe hoger de temperatuur van een materiaal wordt, hoe meer de moleculen gaan trillen. Daarvoor hebben ze meer ruimte nodig. Ze duwen elkaar een beetje weg.

Als een materiaal een hogere temperatuur krijgt, dan wordt het volume van het materiaal groter. Elk molecuul gaat meer trillen op zijn plaats. Het materiaal neemt meer ruimte in. Een materiaal dat een hogere temperatuur krijgt, wordt dus iets groter. Dit noem je **uitzetten**.

Als de temperatuur lager wordt, dan gaan de moleculen juist minder trillen. De ruimte tussen de moleculen wordt dan iets kleiner. Het materiaal neemt minder ruimte in. Dit heet **krimpen**.

Bruggen zetten uit en krimpen. Op een koude winterdag is de lengte van een brug het kleinst. In de zomer stijgt de temperatuur van de brug. De brug zet dan uit. De brug kan zó ver uitzetten dat hij bol komt te staan. Met voegovergangen los je dit probleem op (afbeelding 5). De brug kan dan zonder problemen uitzetten en krimpen.



afbeelding 5 Een voegovergang bij een brug.

Een ander voorbeeld is een spoorrail. De ijzeren staven van spoorrails liggen niet tegen elkaar aan. Zo kunnen ze uitzetten als het warm weer is. Als ze te dicht tegen elkaar aan liggen, kunnen de spoorrails kromtrekken (afbeelding 6).



afbeelding 6 Kromtrekken van spoorstaven op een heel hete dag.

PROEF 1 KRIMPEN EN UITZETTEN VAN CONSTANTAANDRAAD

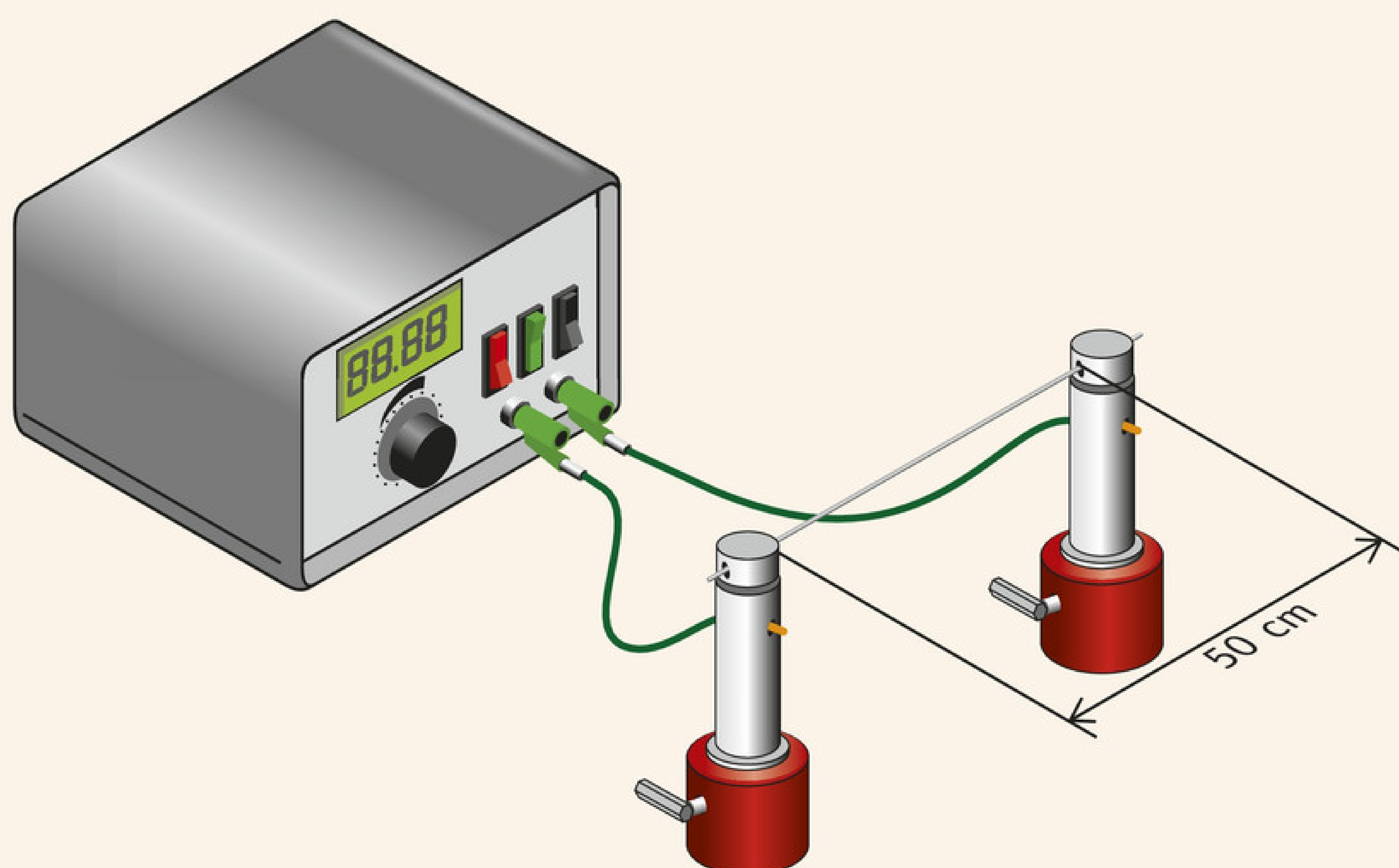
20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ 2 isolatoren
- ☐ 2 tonvoeten
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 55 cm constantaandraad van 0,2 mm dik
- ☐ regelbare voeding met ampèremeter
- ☐ veiligheidsbril

Uitvoering

- Zet de isolatoren in de tonvoeten.
- Plaats de isolatoren 50 cm uit elkaar (afbeelding 7).
- Maak de constantaandraad vast in de isolatoren.
- Schuif de tonvoeten uit elkaar totdat de draad strak staat.
- Zorg ervoor dat de schakelaar op de voeding uitstaat.
- Draai de knop die de spanning regelt naar nul.
- Sluit de isolatoren aan op de voeding.
- Zet je veiligheidsbril op.
- Schakel de voeding in.
- Draai de stroomsterkte langzaam naar 2 A.
- Kijk goed naar de draad.
- Raak de draad niet aan. Je kunt je vingers eraan branden.



afbeelding 7 De opstelling van proef 1.

1 Welke veranderingen zie je aan de draad?

a De draad is *WEL* / *NIET* verkleurd.
b De draad is *WEL* / *NIET* gaan gloeien.
c De draad is *KORTER* / *LANGER* geworden.
d De draad heeft een *HOGERE* / *LAGERE* temperatuur gekregen.

- Vergroot de stroomsterkte langzaam naar 3 A.

2 De draad is *WEL* / *NIET* gaan gloeien.

3 Je kunt goed zien dat de draad is *GEKROMPEN / UITGEZET*.

- Schakel de voeding uit.

4 De temperatuur van de draad *DAALT / STIJGT*.

5 Je kunt goed zien dat de draad nu *KRIMPT / UITZET*.

6 Je kunt twee conclusies uit de proef trekken.

a Constantaan dat een hogere temperatuur krijgt ....

b Constantaan dat een lagere temperatuur krijgt ....

- Ruim alles netjes op.

5 Wat gebeurt er als een metalen blokje een hogere temperatuur krijgt?

○ A Het blokje zet alleen in de breedte uit.
○ B Het blokje zet alleen in de hoogte uit.
○ C Het blokje zet alleen in de lengte uit.
○ D Het blokje zet in alle richtingen uit.

6 Een ruit wordt in een houten kozijn geplaatst. Er is bijna geen ruimte tussen het glas en het hout van het kozijn.
De zon schijnt op de ruit en de ruit springt kapot.
Waardoor kan de ruit kapot zijn gegaan?

....

....

....

....

★ 7 Ruiten van auto's worden in een dikke rubberstrip geplaatst. De temperatuur van een autoruit kan enorm verschillen. Toch gaat een autoruit daardoor bijna nooit kapot.
Waarom gaan autoruiten bijna nooit kapot als hun temperatuur stijgt?

....

....

....

....

8 In afbeelding 8 zie je masten. Daartussen hangen hoogspanningskabels. Eén kabel is twee keer getekend. Een keer zoals hij er in de zomer uitziet en een keer zoals hij er in de winter uitziet.
Welke kabel is de kabel in de winter?
De *PAARSE* / *GROENE* is de kabel in de winter.

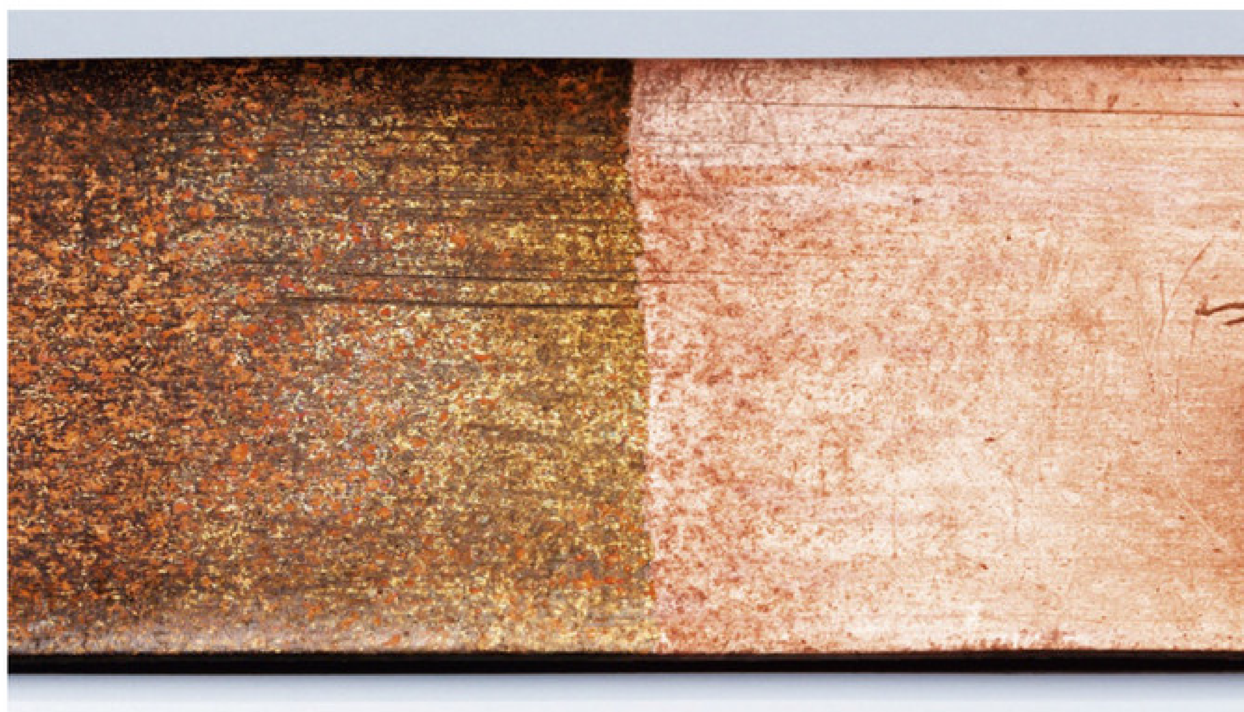


afbeelding 8 Hoe ziet de draad eruit in de winter?

CORROSIE

Bijna alle metalen verkleuren in de buitenlucht (afbeelding 9). De verkleuring komt door een chemische reactie van het metaal met zuurstof en water. Deze reactie noem je **corrosie**. Bij ijzer en staal noem je corrosie roesten.

IJzer en staal kun je beschermen tegen roesten door verven, verzinken of verchromen (afbeelding 10). Bij verchromen en verzinken breng je een dun laagje chroom of zink aan op het ijzer of staal.



afbeelding 9 Links is het koper verkleurd, rechts niet.



afbeelding 10 De bout en de moeren zijn niet verzinkt. De stalen plaat is wel verzinkt.

VERSPANEN

Sommige materialen kun je gemakkelijk bewerken. Je kunt ze zagen en schaven. Je kunt erin beitelen en boren. Bij deze bewerkingen geef je een vorm aan het materiaal (afbeelding 11). Je haalt dan stukjes materiaal weg. Die stukjes materiaal noem je spanen. Je zegt dan dat een materiaal gemakkelijk **verspaanbaar** is. Dat is een belangrijke eigenschap als je een vorm aan het materiaal wilt geven.



afbeelding 11 Het draaien van hout is een verspanende bewerking.

VERBINDEN

Bij een tafel is het belangrijk dat de poten stevig aan het blad vastzitten. Je kunt de poten aan het tafelblad schroeven. Bij een metalen schip is het belangrijk dat het schip waterdicht is. Je maakt het schip waterdicht door de metalen platen van de romp aan elkaar te lassen. Voor de tafel en voor het schip maak je stevige verbindingen.
Voorbeelden van veelgebruikte manieren van **verbinden** zijn: spijkeren, schroeven, lijmen, nieten, bouten en moeren, lassen en solderen (afbeelding 12).



afbeelding 12 Bij lassen smelt je twee metalen voorwerpen aan elkaar.

9 Veel voorwerpen bestaan uit onderdelen die afzonderlijk worden gemaakt. Pas daarna worden ze met elkaar verbonden. Bekende verbindingsmethoden zijn: *klemmen – lassen – lijmen – naaien – schroeven – solderen*.
Welke verbindingsmethode wordt gebruikt in de volgende situaties? Je houdt twee woorden over.

1 tussen het etiket en het glas van een colaflesje ....

2 tussen de handvatten en het stuur van een fiets ....

3 tussen de mouwen en het voorpand van een T-shirt ....

4 tussen de weerstandjes van een schakeling en de printplaat ....

10 Hout is een veelgebruikt materiaal. Je kunt met hout gemakkelijk stevige verbindingen maken tussen verschillende onderdelen.
Schrijf vier manieren op om houten onderdelen met elkaar te verbinden.

1 ....

2 ....

3 ....

4 ....

11 Een ijzeren beeld staat in een tuin. Het beeld is niet beschermd tegen corrosie. Geef van elke manier aan of deze wel of niet geschikt is om het beeld te beschermen.
1 In cola dompelen is *WEL* / *NIET* geschikt.
2 Verchromen is *WEL* / *NIET* geschikt.
3 Verven is *WEL* / *NIET* geschikt.

naar: examen 2015-variant 1

Werken als meubelmaker **beroep**



Sharon is meubelmaker. Ze maakt samen met een vriend houten meubels op maat. Sharon vertelt: “Met één tafel zijn we samen al gauw vijf dagen bezig. Per jaar maken we ongeveer vijftig tafels. De klanten kiezen zelf de houtsoort en vaak maken wij dan een ontwerp.”
Sharon heeft eerst een jaar de opleiding Verkoper gedaan, maar dat bleek geen goede keuze. Daarna is ze gaan doen wat ze eigenlijk altijd al wilde: houtbewerken. De opleiding Meubelmaker (mbo, niveau 2) leek haar de beste keuze.

12 Lees de tekst ‘Werken als meubelmaker’.
Meubelmakers gebruiken verschillende gereedschappen voor de bewerking van hout.
Met welke vijf werktuigen kun je verspanende bewerkingen uitvoeren?
BEITEL / HAMER / LIJMKLEM / SCHAAF / SCHROEVENDRAAIER / SCHUURMACHINE / VIJL / ZAAG

ONTHOUD

Alle metalen geleiden warmte en elektrische stroom goed.
Materialen die warmte en stroom goed geleiden noem je geleiders.
Bijna alle andere materialen geleiden warmte en stroom niet goed.
Materialen die warmte en stroom niet geleiden zijn isolatoren.
Elk materiaal geleidt geluid.
Materialen met veel gaatjes, openingen en kanaaltjes kunnen geluid dempen.

Materialen zetten uit als hun temperatuur stijgt.
Materialen krimpen als hun temperatuur daalt.

Bijna alle metalen verkleuren in de buitenlucht. Dit noem je corrosie.
Corrosie bij ijzer en staal noem je roesten.
Je kunt ijzer en staal beschermen tegen corrosie door ze te verven, te verchromen of te verzinken.

Als je van een materiaal gemakkelijk stukjes weg kunt halen, is zo’n materiaal gemakkelijk verspaanbaar.

Materialen kun je met elkaar verbinden door spijkeren, schroeven, lijmen, nieten, bouten en moeren, lassen en solderen.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Dichtheid

LEERDOELEN

7.2.1 Je kunt uitleggen wat de dichtheid van een materiaal is.
7.2.2 Je kunt de dichtheid gebruiken om uit te leggen of een materiaal zinkt, zweeft of drijft in een vloeistof.
7.2.3 Je kunt de dichtheid berekenen als je de massa en het volume weet.
7.2.4 Je kunt het volume berekenen als je de dichtheid en de massa weet.
7.2.5 Je kunt de massa berekenen als je de dichtheid en het volume weet.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	7.2.1	7.2.2	7.2.3	7.2.4	7.2.5	2.2.1*	2.2.2*
Onthouden							
Begrijpen	1ab, 2ab, 3, 4, 5, 11c		18a	12b			
Toepassen		6, 8ab, 9abc	10ac, 11b	12a, 13, 14a	15, 17ab, 18b	10b	11a
Analyseren		7, 8c		14b	16		

* Dit leerdoel vind je in een eerder hoofdstuk.

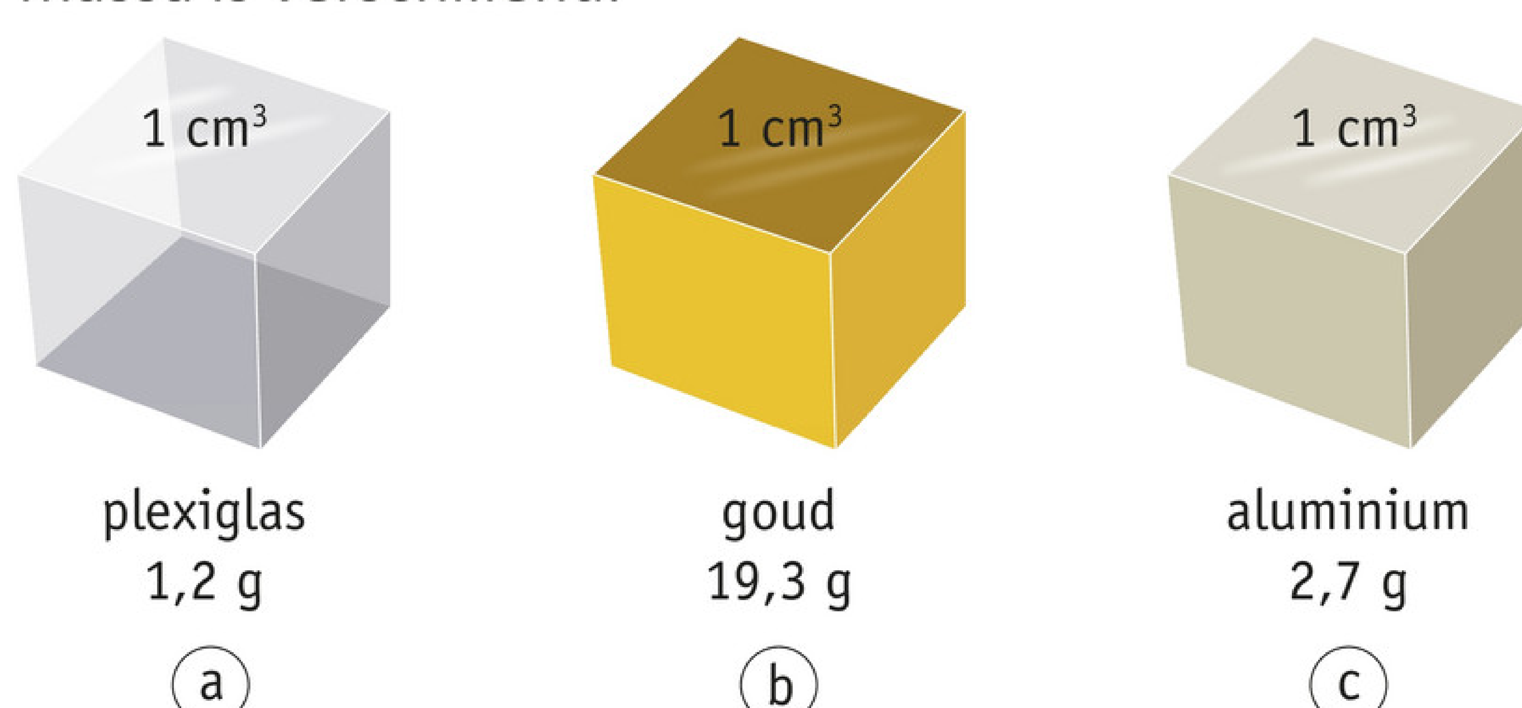
Bij veel toepassingen is het belangrijk dat een voorwerp niet te zwaar is. Een vliegtuig wil je daarom liever niet van ijzer maken. Wil je een product maken? Dan is het belangrijk om de dichtheid van een materiaal te weten. Je weet dan of het materiaal geschikt is om er een product van te maken.

MASSA EN VOLUME

Een belangrijke materiaaleigenschap is de dichtheid van een materiaal. De **dichtheid** is de massa van één kubieke centimeter (1 cm^3) van een materiaal. De eenheid van dichtheid is daarom gram per kubieke centimeter (g/cm^3).

Bekijk afbeelding 1. Blokje a is van plexiglas. Blokje b is van goud. Blokje c is van aluminium.
Elk blokje heeft een volume van 1 cm^3. De massa is bij elk blokje anders. De drie blokjes hebben dus ook een verschillende dichtheid.
In tabel 1 staat de dichtheid van enkele stoffen.

afbeelding 1 Drie blokjes met hetzelfde volume. De massa is verschillend.



tabel 1 Dichtheid van enkele materialen en van water.

stof	Dichtheid (g/cm^3)
aluminium	2,7
baksteen	1,80
eikenhout	0,78
goud	19,3
kurk	0,25
plexiglas	1,20
water	1,00

1 Blokje b in afbeelding 1 is van goud. Het blokje heeft een massa van 19,3 g.

a Wat is het volume van het blokje? ....

b Wat is de dichtheid van het blokje? ....

Gebruik bij opdracht 2 tot en met 5 *BINAS* tabel 13 *Gegevens van enkele vaste stoffen* en tabel 14 *Gegevens van enkele vloeistoffen*.

2 Een metalen blokje van 1 cm^3 heeft een massa van 8,96 g.

a Wat is de dichtheid van het blokje? .... g/cm^3

b Van welk metaal is het blokje gemaakt? van ....

3 Welk metaal heeft een dichtheid van 7,13 g/cm^3? ....

4 Wat is de dichtheid van zilver?

De dichtheid van zilver is .... g/cm^3.

5 Kies per regel het materiaal met de kleinste dichtheid.

1 *ALCOHOL / BENZINE*
2 *ALUMINIUM / PORSELEIN*
3 *GLAS / PLEXIGLAS*
4 *IJS / PARAFFINE*

DRIJVEN, ZINKEN EN ZWEVEN

Eikenhout drijft op water (afbeelding 2). De dichtheid van eikenhout is kleiner dan die van water. Een materiaal drijft op water als de dichtheid van het materiaal kleiner is dan de dichtheid van water.

Het stuk baksteen in afbeelding 2 is gezonken. De dichtheid van baksteen is groter dan die van water. Een materiaal zinkt als de dichtheid van het materiaal groter is dan die van water.

Heel soms is de dichtheid van een materiaal precies gelijk aan de dichtheid van water. In dat geval blijft dat materiaal zweven.

Je kunt ook een andere vloeistof dan water nemen. Je kunt dan ook bepalen of een materiaal zinkt, zweeft of drijft. Heeft het materiaal een grotere dichtheid dan de vloeistof, dan zinkt het materiaal.



afbeelding 2 Eikenhout drijft op water. Baksteen zinkt in water.

6 Gebruik *BINAS* tabel 13 *Gegevens van enkele vaste stoffen* en tabel 14 *Gegevens van enkele vloeistoffen.*
Je ziet steeds een vloeistof en een vaste stof.
Geef in tabel 2 aan of de vaste stof zal drijven of zal zinken in de vloeistof.

tabel 2 Drijven of zinken van een vaste stof in een vloeistof.

vaste stof	vloeistof	drijven of zinken?
beton	water	*DRIJVEN / ZINKEN*
glas	olijfolie	*DRIJVEN / ZINKEN*
ijs	alcohol	*DRIJVEN / ZINKEN*
plexiglas	zwavelzuur	*DRIJVEN / ZINKEN*

7 Zoutwater heeft een grotere dichtheid dan zoetwater. Je doet een aardappel in twee glazen. Eerst in het ene glas, daarna in het andere glas. In het andere glas zit zoutwater (afbeelding 3).
In welk glas zit zoutwater?
○ in glas a
○ in glas b

afbeelding 3 Een aardappel in twee glazen water.



★ 8 Je leraar doet een proef in de klas.
Hij doet een steen, een kurk en een kunststof blokje in een glas. Daarna doet hij er suikerwater bij met een dichtheid van 1,25 g/cm³. Als laatste doet hij daar olijfolie bij met een dichtheid van 0,92 g/cm³.
Het resultaat zie je in afbeelding 4.

a Welke bewering over de dichtheid van de steen is juist?
- ○ A De dichtheid is kleiner dan 0,92 g/cm³.
- ○ B De dichtheid is kleiner dan 1,25 maar groter dan 0,92 g/cm³.
- ○ C De dichtheid is groter dan 1,25 g/cm³.

b Welke bewering over de dichtheid van de kurk is juist?
- ○ A De dichtheid is kleiner dan 0,92 g/cm³.
- ○ B De dichtheid is kleiner dan 1,25 maar groter dan 0,92 g/cm³.
- ○ C De dichtheid is groter dan 1,25 g/cm³.

c Welke bewering over de dichtheid van het stuk kunststof is juist?
- ○ A De dichtheid is kleiner dan 0,92 g/cm³.
- ○ B De dichtheid is kleiner dan 1,25 maar groter dan 0,92 g/cm³.
- ○ C De dichtheid is groter dan 1,25 g/cm³.



afbeelding 4 De proef van je leraar.

★ 9 In afbeelding 5 zie je een reageerbuis met acht laagjes vloeistof.

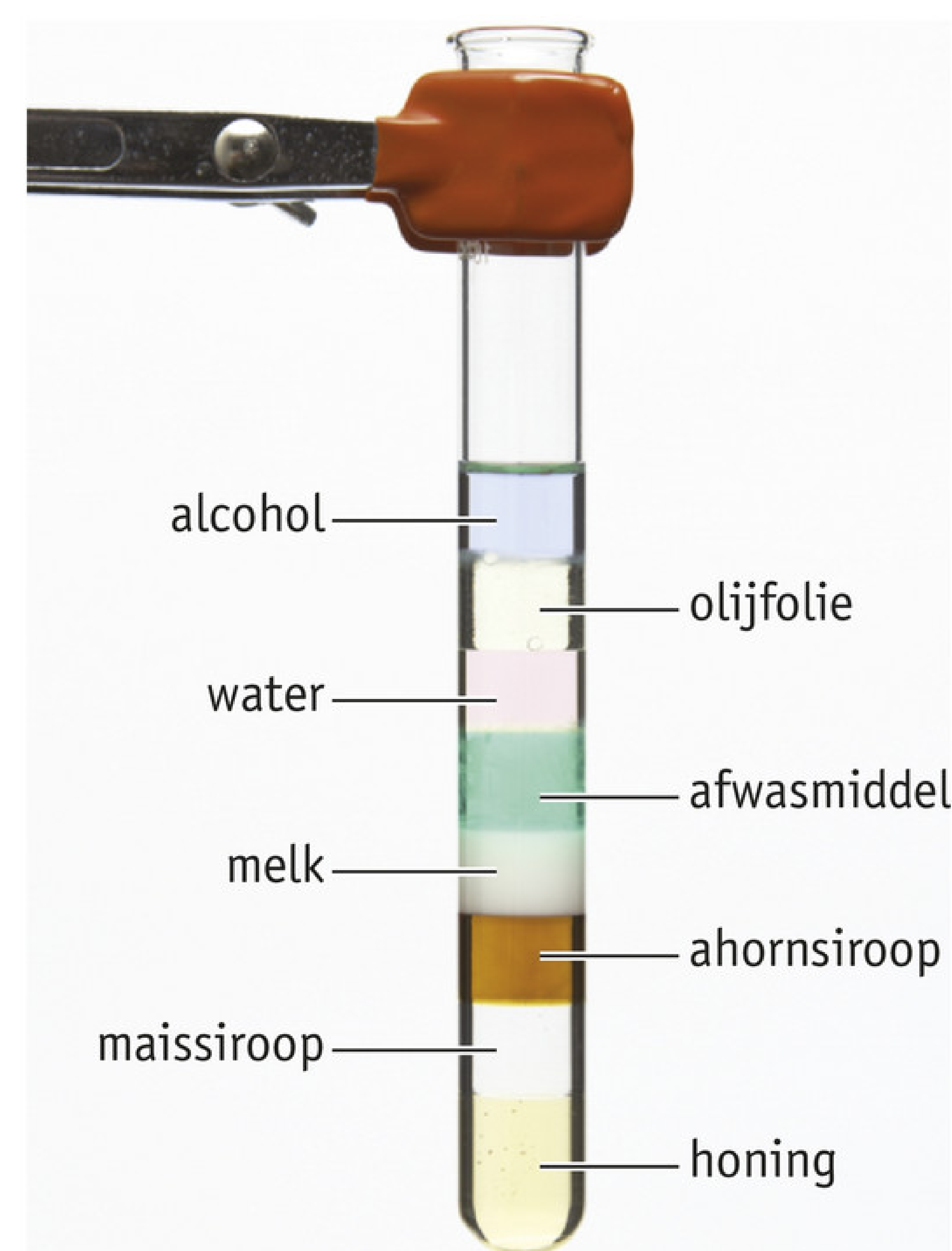
a Welke vloeistof heeft de grootste dichtheid?

○ A afwasmiddel
○ B ahornsiroop
○ C alcohol
○ D honing
○ E maissiroop
○ F melk
○ G olijfolie
○ H water

b De dichtheid van melk is *GROTER* / *KLEINER* dan die van maissiroop.

c Welke vloeistoffen hebben een dichtheid die kleiner is dan die van water?

☐ A afwasmiddel
☐ B ahornsiroop
☐ C alcohol
☐ D honing
☐ E maissiroop
☐ F melk
☐ G olijfolie



afbeelding 5 Een reageerbuis met acht vloeistoffen.

DICHTHEID BEREKENEN

Om de dichtheid te berekenen, heb je de massa en het volume van een voorwerp nodig. Je deelt dan de massa door het volume van het voorwerp. Zo kun je de dichtheid berekenen zonder dat je een blokje van 1 cm^3 nodig hebt.
Om de dichtheid van een materiaal te berekenen gebruik je de formule:

dichtheid = massa : volume

VOORBEELDOPDRACHT 1

Een knikker van glas heeft een massa van 10,9 g. Het volume is 4,2 cm^3.
Bereken de dichtheid van het glas.

gegevens massa = 10,9 g
volume = 4,2 cm^3

gevraagd dichtheid = ? g/cm^3

uitwerking dichtheid = massa : volume
dichtheid = 10,9 g : 4,2 cm^3 = 2,6 g/cm^3

De dichtheid van het glas is 2,6 g/cm^3.

10 Bekijk afbeelding 6.

a Bereken de dichtheid van blok a. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

gegevens massa = ... g

volume = ... cm^3

gevraagd dichtheid = ? g/cm^3

uitwerking dichtheid = ... : ....

dichtheid = ... : .... = ...

b Bereken het volume van blok b.

gegevens lengte = ...

breedte = ...

hoogte = ...

gevraagd volume = ?

uitwerking ....

....

c Bereken de dichtheid van blok b. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

....

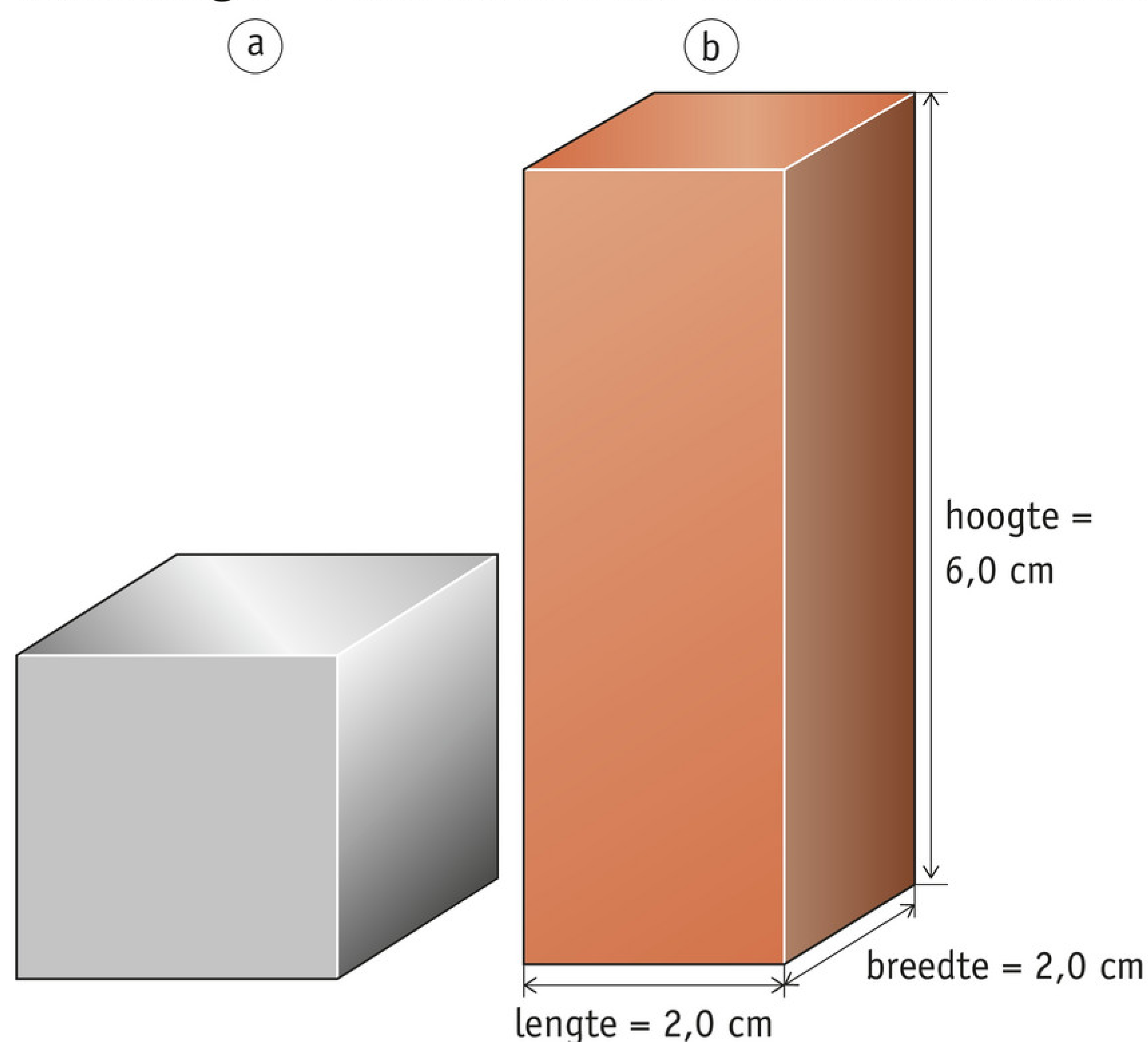
....

....

....

....

afbeelding 6 Twee blokken van verschillende materialen.



★ 11 Gebruik *BINAS* tabel 13 *Gegevens van enkele vaste stoffen*.
Om het volume van de sleutel in afbeelding 7 te bepalen, gebruik je de onderdompelmethode.

a Bereken het volume van de sleutel.

gegevens eindstand = ... mL

beginstand = ... mL

gevraagd volume = ?

uitwerking volume = ... – ....

volume = ...

b De massa van de sleutel is 93,5 g.
Bereken de dichtheid de sleutel.

gegevens massa = ... g

volume = ... mL

= .... cm^3

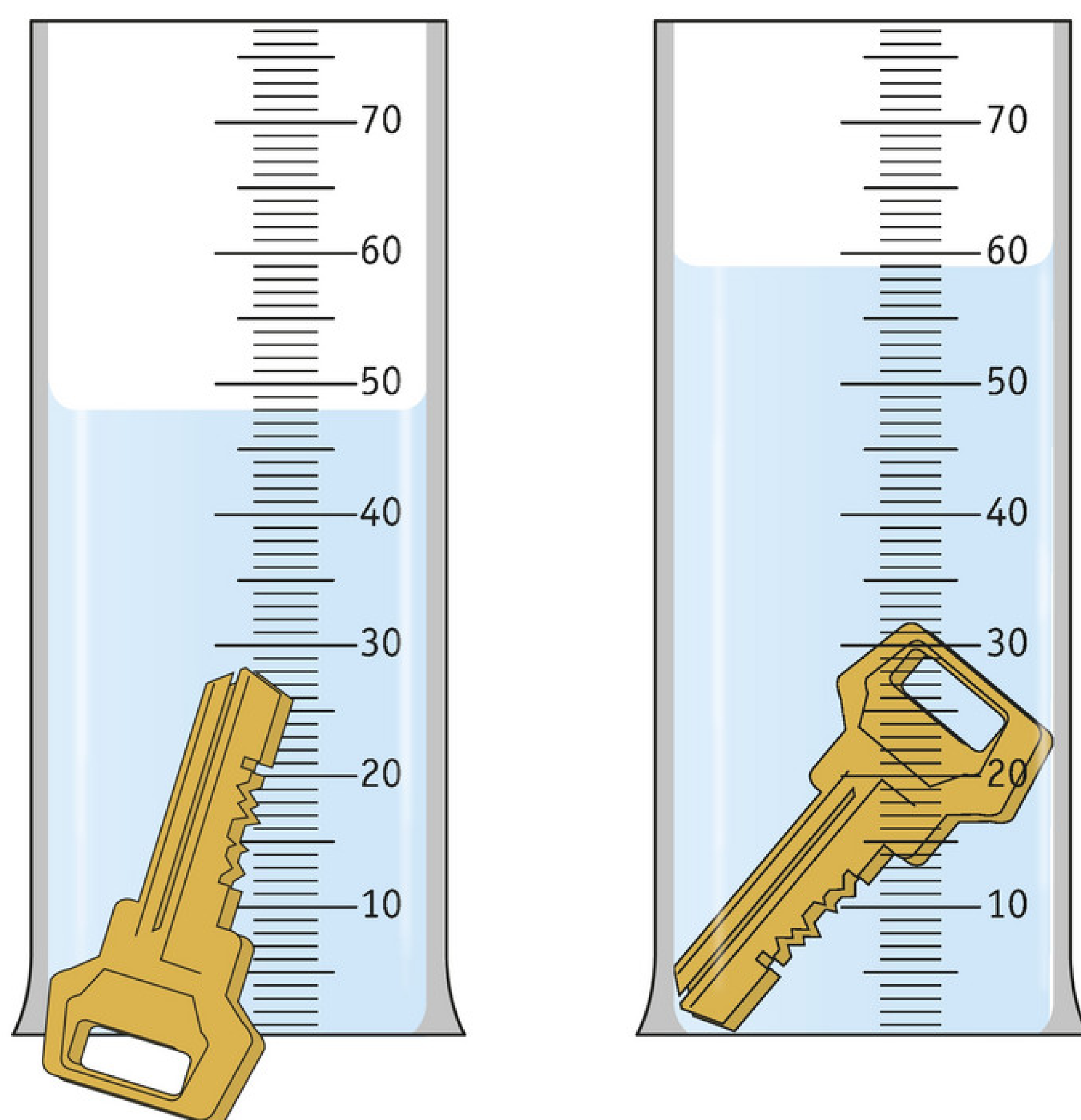
gevraagd dichtheid = ?

uitwerking ....

....

c Van welk materiaal kan de sleutel gemaakt zijn?

De sleutel kan gemaakt zijn van ....



afbeelding 7 Van welk materiaal is de sleutel?

VOLUME BEREKENEN

Je kunt het volume bepalen van een porseleinen kopje. Maar dat is lastiger dan de massa van een porseleinen kopje bepalen.
Om de massa te bepalen, hoef je het kopje alleen maar op een weegschaal te zetten.

Het volume van het kopje moet je berekenen. Daar gebruik je een formule voor. De formule ziet er zo uit:

volume = massa : dichtheid

Je hebt ook de dichtheid van porselein nodig. Die kun je opzoeken in Binas. Daar vind je ook de dichtheid van andere stoffen en materialen.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Een porseleinen kopje heeft een massa van 124,8 g. De dichtheid van porselein is 2,40 g/cm^3.
Bereken het volume van het kopje.

gegevens massa = 124,8 g
dichtheid = 2,40 g/cm^3

gevraagd volume = ? cm^3

uitwerking volume = massa : dichtheid
volume = 124,8 g : 2,40 cm^3 = 52 cm^3

Het volume van het porseleinen kopje is 52 cm^3.

PROEF 2 HET VOLUME VAN EEN VOORWERP BEREKENEN

20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ digitale weegschaal
- ☐ 2 onregelmatig gevormde voorwerpen van verschillende materialen en afmetingen

Uitvoering

Geef in deze proef al je antwoorden en berekeningen met één cijfer achter de komma.

Voorwerp 1

- Vraag aan je leraar van welk materiaal voorwerp 1 is gemaakt. (Misschien heeft je leraar dit al op het bord of op een stuk papier geschreven.)

1 Voorwerp 1 is gemaakt van ....

- Zoek op wat de dichtheid van dit materiaal is. Gebruik *BINAS* tabel 13 *Gegevens van enkele vaste stoffen*.

2 De dichtheid van het materiaal van voorwerp 1 is .... g/cm³.

- Meet met de weegschaal de massa van voorwerp 1.

3 De massa van voorwerp 1 = ... g.

4 Bereken het volume van voorwerp 1.

gegevens	massa	= .... g
	dichtheid	= .... g/cm³
gevraagd	volume	= ?
uitwerking	volume	= dichtheid : massa
	volume	= .... : ....
	volume	= .... cm³

Het volume van voorwerp 1 = ... g.

Voorwerp 2

- Vraag aan je leraar van welk materiaal voorwerp 2 is gemaakt. (Misschien heeft je leraar dit al op het bord of op een stuk papier geschreven.)

5 Voorwerp 2 is gemaakt van ....

- Zoek op wat de dichtheid van dit materiaal is. Gebruik *BINAS* tabel 13 *Gegevens van enkele vaste stoffen*.

6 De dichtheid van het materiaal van voorwerp 2 is .... g/cm³.

- Meet met de weegschaal de massa van voorwerp 2.

7 De massa van voorwerp 2 = ... g.

8 Bereken het volume van voorwerp 2.

gegevens massa = ... g

dichtheid = ... g/cm^3

gevraagd volume = ?

uitwerking ....

....

....

Het volume van voorwerp 2 = ... cm^3.

- Ruim alles netjes op.

12 Een tankwagen moet minimaal 50 m^3 benzine afleveren bij een klant. Daarvoor moet de tankwagen eerst worden geladen. De vrachtwagen wordt twee keer gewogen op een weegbrug. Een keer voordat hij geladen wordt en een keer nadat hij geladen is.
De vrachtwagenchauffeur berekent dat hij 35 000 kg benzine heeft geladen. De dichtheid van benzine is 720 kg/m^3.

a Bereken hoeveel kubieke meter (m^3) benzine de chauffeur heeft geladen.

gegevens massa = ... kg

dichtheid = ... kg/m^3

gevraagd volume = ?

uitwerking volume = ... : ....

volume = ... : .... = ...

b De vrachtwagen heeft *WEL* / *NIET* minimaal 50 m^3 benzine geladen.

Gebruik bij opdracht 13 en 14 *BINAS* tabel 13 *Gegevens van enkele vaste stoffen* en tabel 14 *Gegevens van enkele vloeistoffen*.

13 Bij een practicum doet Emma 200 g alcohol in een erlenmeyer.
Bereken hoeveel milliliter alcohol dit is.

....

....

....

....

....

★ 14 Janis koopt een plastic fles met 500 mL olijfolie (afbeelding 8). Janis wil controleren of er 500 mL in de fles zit.
Ze heeft geen maatbeker, maar wel een weegschaal. Als ze de fles met olijfolie weegt, geeft de weegschaal 460 g aan.

a Bereken of er echt 500 mL olijfolie in de fles zit.

gegevens	massa	= ....
	dichtheid	= ....
gevraagd	volume	= ? mL
uitwerking	volume	= .... : ....
	volume	= .... : .... = ...
		= .... mL

b In de fles van Janis zit *WEL* / *NIET* genoeg olijfolie, want ....

....

....

....



afbeelding 8 Olijfolie in een plastic fles.

MASSA BEREKENEN

In afbeelding 9 zie je een dakconstructie. Een **constructie** is een bouwwerk of voorwerp dat uit meer dan twee delen bestaat.
De dakconstructie mag niet te veel wegen. Want dan kan de constructie gemakkelijk in elkaar storten. Je wilt daarom de massa van de zware houten balken bepalen.

De massa van een balk is groot. Te groot voor een weegschaal. Je kunt de balk dus niet wegen. Je kunt de massa wel berekenen. Je moet dan eerst het volume van de balk berekenen. Je meet de lengte, de breedte en de hoogte van de balk. Daarmee bereken je het volume. Dan zoek je de dichtheid van hout op.

Je berekent de massa door de dichtheid te vermenigvuldigen met het volume. De formule voor het berekenen van de massa ziet er dan zo uit:

massa = dichtheid × volume



afbeelding 9 Een dakconstructie van hout.

VOORBEELDOPDRACHT 3

Een grote houten balk heeft een volume van 2,4 m^3. De balk is van grenenhout.
De dichtheid van grenenhout is 510 kg/m^3.
Bereken de massa van de balk.

gegevens	dichtheid	= 510 kg/m^3
	volume	= 2,4 m^3
gevraagd	massa	= ? kg
uitwerking	massa	= dichtheid × volume
	massa	= 510 × 2,4 = 1224 kg

De massa van de balk is 1224 kg.

15 Douwe moet met zijn vrachtwagen 30 m^3 tuinaarde brengen bij de familie Ostrowiec. De dichtheid van tuinaarde is 1600 kg/m^3.
Bereken de massa van de lading tuinaarde.

gegevens	dichtheid	= ....
	volume	= ....
gevraagd	massa	= ?
uitwerking	massa	= .... × ....
	massa	= .... × .... = ...

★ 16 Een tankwagen moet 40 m^3 diesel afleveren bij een klant. De vrachtwagen staat op een weegbrug (afbeelding 10). De vrachtwagen weegt leeg 25 500 kg. De vrachtwagen wordt geladen met diesel. De dichtheid van diesel is 840 kg/m^3.
Bij welke massa is de vrachtwagen gevuld met 40 m^3 diesel?

gegevens dichtheid = ... kg/m^3

volume = ... m^3

gevraagd massa = ?

uitwerking massa = ... × ....

massa = ... × .... = ... kg

Als de weegbrug .... kg + ... kg = ... kg

aangeeft, is de vrachtwagen met 40 m^3 diesel gevuld.



afbeelding 10 Een tankwagen rijdt van een weegbrug af.

17 Gebruik tabel 3 bij deze opdracht.
Titanium is een metaal dat sterk en licht is. Titanium wordt gebruikt bij de bouw van vliegtuigen. In afbeelding 11 zie je een vliegtuigmotor met een titanium rand. Voor de titanium rand is 120 dm^3 titanium gebruikt.

a Bereken de massa van de titanium rand.

....

....

....

....

....

b Geef aan of de uitspraak juist of onjuist is.
Voor een onderdeel van 120 dm^3 is een grotere massa aluminium nodig dan titanium. *JUIST* / *ONJUIST*



afbeelding 11 Een vliegtuigmotor met titanium rand.

tabel 3 De dichtheid van aluminium en titanium.

materiaal	dichtheid
aluminium	2,70 kg/dm^3
titanium	4,54 kg/dm^3

naar: examen 2019-variant 1

18 Gebruik *BINAS* tabel 13 *Gegevens van enkele vaste stoffen.*
Voor het bestraten van een weg levert een vrachtwagen een lading zand af. Zand heeft een dichtheid van 2,0 g/cm^3. Na het lossen wordt de vrachtwagen volgeladen met eenzelfde volume aan bakstenen.

a De dichtheid van baksteen is *GROTER DAN* / *EVEN GROOT ALS* / *KLEINER DAN* de dichtheid van zand.

b De massa van de lading bakstenen is *GROTER DAN* / *EVEN GROOT ALS* / *KLEINER DAN* de massa van het afgeleverde zand.

naar: examen 2018-variant 2

ONTHOUD

De dichtheid van een materiaal is de massa van één kubieke centimeter (1 cm^3) van dat materiaal.
De dichtheid is een materiaaleigenschap.

De dichtheid van water is 1,0 g/cm^3.
Een voorwerp drijft op water als de dichtheid van het voorwerp kleiner is dan de dichtheid van water.
Een voorwerp zinkt in water als de dichtheid van het voorwerp groter is dan de dichtheid van water.
Een voorwerp zweeft in water als de dichtheid van het voorwerp precies gelijk is aan de dichtheid van water.

De dichtheid van een materiaal bereken je met de formule:
dichtheid = massa : volume

Het volume van een voorwerp bereken je met de formule:
volume = massa : dichtheid

De massa van een voorwerp bereken je met de formule:
massa = dichtheid × volume


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Van grondstof tot product

LEERDOELEN

7.3.1 Je kunt beschrijven wat een grondstof, een halffabricaat en een eindproduct is.

7.3.2 Je kunt van een aantal eindproducten benoemen van welke halffabricaten en materialen ze worden gemaakt.

7.3.3 Je kunt de vier stappen van een productieproces beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	7.3.1	7.3.2	7.3.3	7.2.2*
Onthouden	1, 6	2, 5, 7, 11	8, 10, 12ab	
Begrijpen		3, 9, 16abc	14, 17a	
Toepassen	15	4	17b, 18	13
Analyseren			19	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Voorwerpen die je gebruikt, moeten worden gemaakt. Dat gebeurt in fabrieken. Een voorwerp is niet direct klaar. Daar is een heel productieproces voor nodig.

GRONDSTOFFEN

Producten maak je van materialen. De meeste materialen vind je in ruwe vorm in de natuur. Dit noem je **grondstoffen**. Voorbeelden van grondstoffen zijn: schapen, bomen, aardolie en ijzererts. Schapen zijn de grondstof voor kleren (afbeelding 1). Bomen zijn de grondstof voor houten meubels (afbeelding 2). Aardolie is de grondstof voor een plastic bal en benzine. IJzererts is de grondstof voor een stalen balk.



afbeelding 1 Schapen zijn de grondstof voor kleren.



afbeelding 2 Bomen zijn de grondstof voor houten meubels.

Erts is een gesteente waar een nuttige grondstof in zit. In ijzererts zit veel ijzer. IJzer is een nuttige grondstof. Om ijzer te kunnen gebruiken, moet je het eerst uit het gesteente halen. Een ander voorbeeld van een erts is bauxiet. In bauxiet zit aluminium. Ook aluminium is een nuttige grondstof.

HET PRODUCTIEPROCES

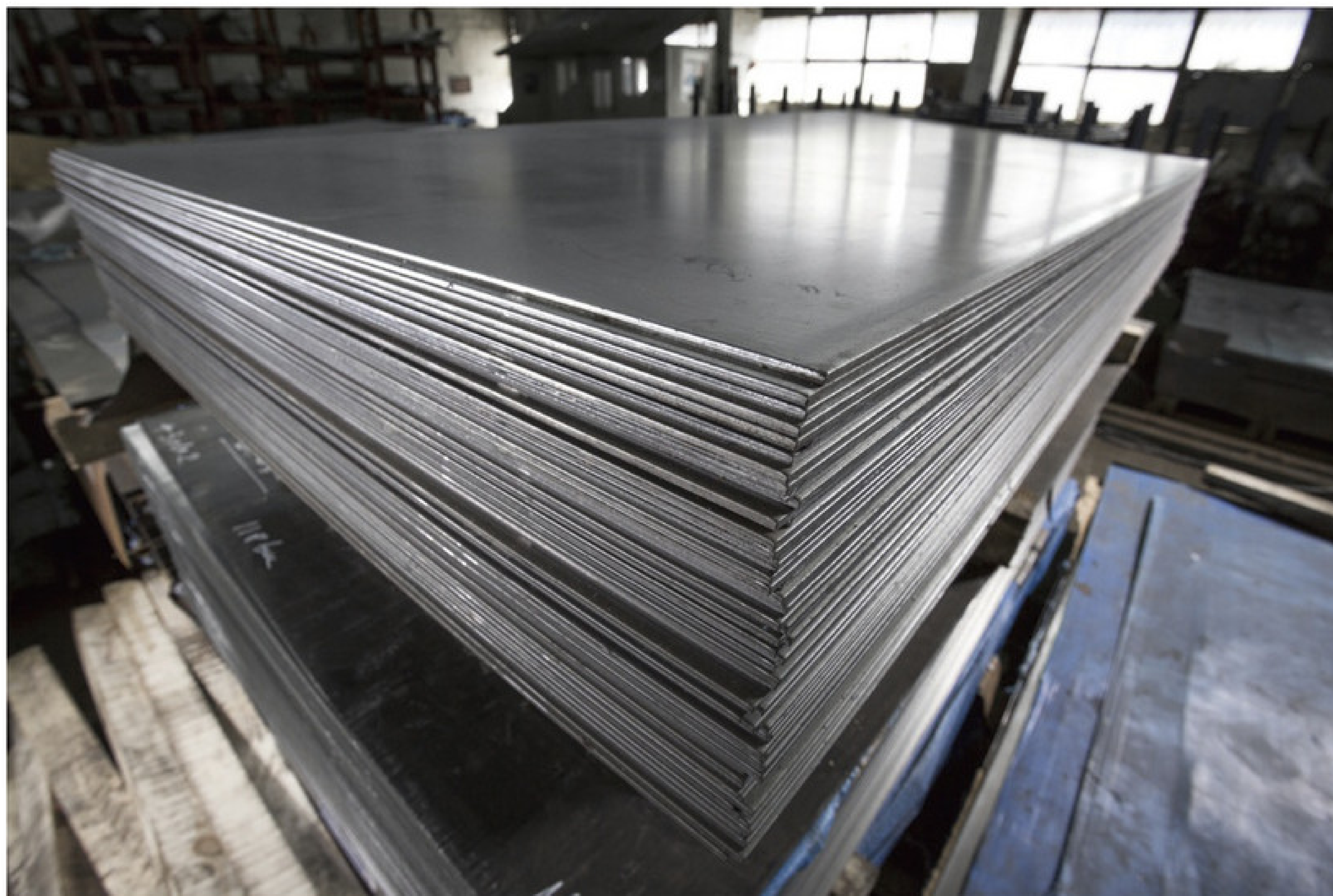
Van grondstoffen worden materialen en producten gemaakt. Dat gebeurt tijdens het **productieproces**. Het productieproces heeft vier stappen.

Stap 1 Grondstoffen verzamelen
Veel grondstoffen worden met machines uit de grond gehaald. Bijvoorbeeld ijzererts. Grondstoffen uit de grond halen noem je het winnen van grondstoffen.

Stap 2 Grondstoffen zuiveren en bewerken
IJzererts wordt in fabrieken bewerkt tot ijzer. IJzer is dus een gezuiverde grondstof. Dit is een materiaal.

Stap 3 Van het materiaal een halffabricaat maken
Van ijzer worden bijvoorbeeld platen gemaakt (afbeelding 3). Je maakt van een materiaal dus een **halffabricaat**.

Stap 4 Het eindproduct maken
In fabrieken worden halffabricaten tot **eindproducten** verwerkt. Van ijzeren platen maak je keukenpannen of hekwerken. Van houten planken worden tafels of vloerdelen gemaakt. Van asfalt wordt een weg gemaakt.



afbeelding 3 Een halffabricaat: ijzeren platen.

1 Grondstoffen komen *WEL* / *NIET* uit de natuur.

2 Van welke grondstof wordt ijzer gemaakt?
- ○ A aardolie
- ○ B bauxiet
- ○ C bomen
- ○ D ijzererts

3 Welke grondstof wordt gebruikt om een houten speeltoestel te maken?
- ○ A aardolie
- ○ B bauxiet
- ○ C bomen
- ○ D ijzererts

4 Schrijf drie grondstoffen voor kleren op. Gebruik internet als je het niet weet.

....

....

....

....

5 Een eindproduct van aardolie is benzine.

Een ander eindproduct van aardolie is ....

6 Een gezuiverde grondstof is *WEL* / *NIET* een halffabricaat.

7 Pannen worden *WEL* / *NIET* gemaakt van een halffabricaat.

8 Eindproducten worden gemaakt uit grondstoffen.
Hoe noem je de vier stappen die genomen worden om tot een eindproduct te komen?

Dat noem je het ....

9 Van welk metaal worden vliegtuigen gemaakt?

Vliegtuigen worden gemaakt van ....

10 Een productieproces bestaat uit vier stappen.
Vul de juiste woorden in. Gebruik de woorden *eindproduct – grondstof – halffabricaat – materiaal*.

De eerste stap in een productieproces is de winning van de ....

Daarna moet de grondstof worden gezuiverd tot een .... Dit

wordt verwerkt tot een .... Als laatste stap wordt het

halffabricaat verwerkt tot een ....

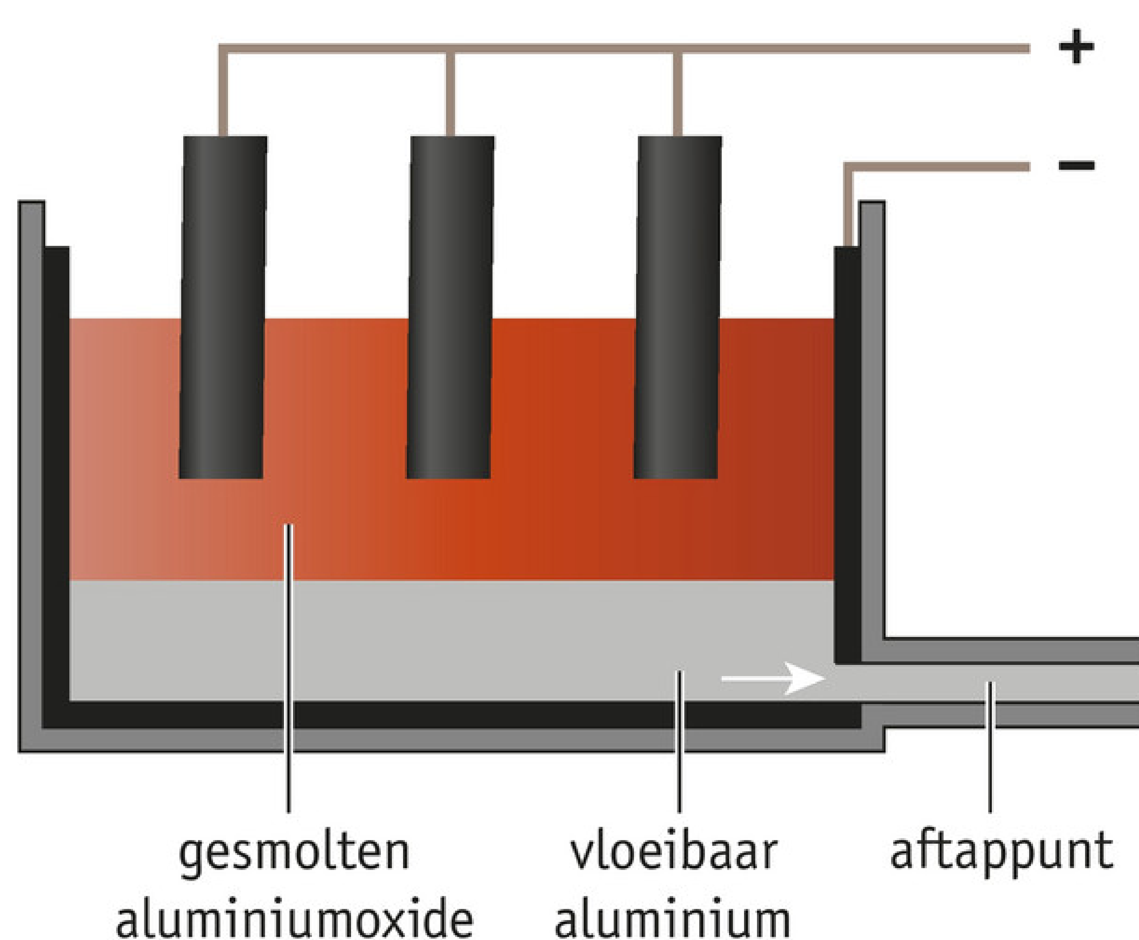
PRODUCTIE VAN ALUMINIUM BLIKJES

Stap 1 Aluminium verzamelen
De grondstof voor aluminium is **bauxiet**. Bauxiet is een gesteente. Eerst wordt bauxiet uit de bodem gehaald en vermalen. Bauxiet bestaat voor 30% tot 60% uit aluminiumoxide.

Stap 2 Aluminium zuiveren en bewerken
Daarna wordt het aluminiumoxide gescheiden van de andere stoffen die in bauxiet zitten. Het aluminiumoxide gaat naar een aluminiumfabriek. Het overblijfsel is een giftige rode smurrie die wordt opgeslagen in grote vijvers.

Het aluminiumoxide wordt in de fabriek opgelost in een vloeibare hulpstof. Dat gebeurt in een reactievat. In het reactievat is de temperatuur ongeveer 960 °C. Dat is nodig om het aluminiumoxide en de hulpstof op te lossen.

Er worden geleiders van koolstof gebruikt. Die geleiders laten een sterke elektrische stroom door het mengsel lopen. Daardoor vindt er een chemische reactie plaats. Tijdens de chemische reactie ontstaat vloeibaar aluminium (afbeelding 4). Het vloeibare aluminium zakt naar de bodem van het reactievat. Daar wordt het afgetapt.

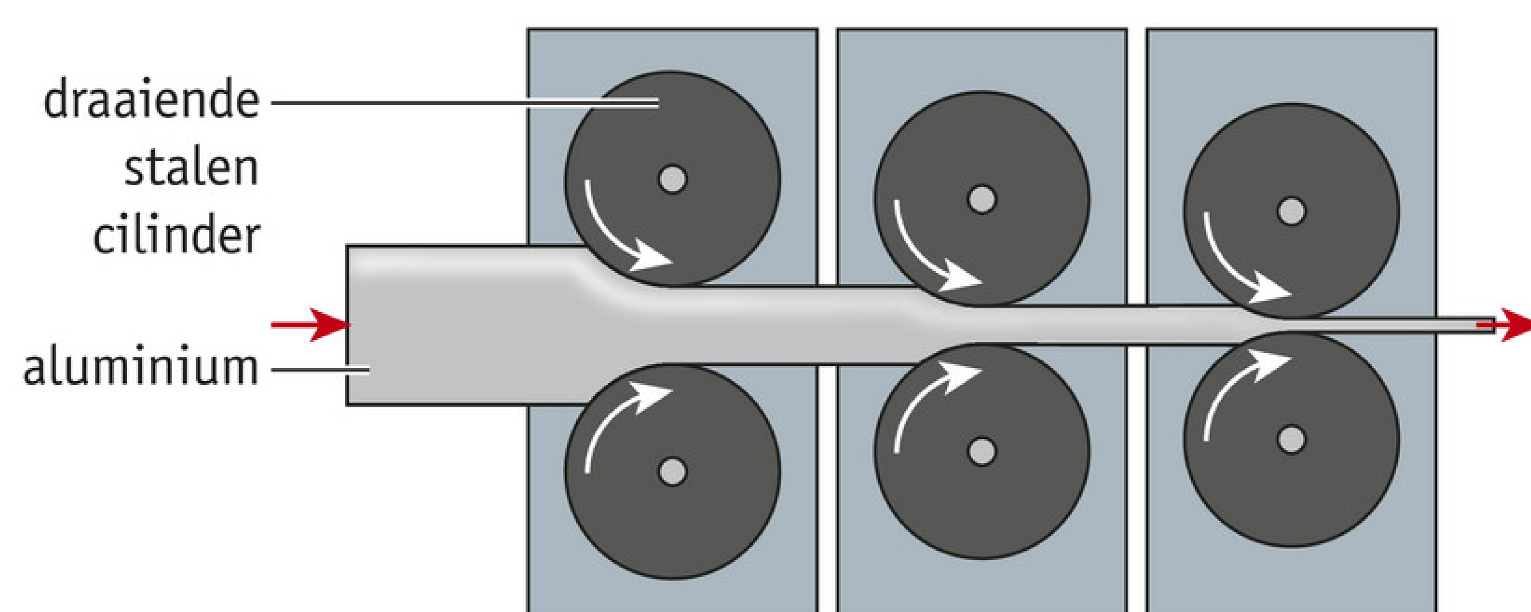


afbeelding 4 De productie van aluminium in een reactievat.

Stap 3 Aluminiumplaten maken
Aluminium dat uit het reactievat komt is vloeibaar. Het vloeibare aluminium wordt verder bewerkt. Aan het aluminium worden andere metalen toegevoegd. De metalen samen noem je een **legering** van aluminium. Een aluminiumlegering is dus een mengsel van aluminium met andere metalen.
Er bestaan honderden aluminiumlegeringen. Ze hebben allemaal hun eigen eigenschappen en toepassingen.

Voor frisdrankblikjes worden zachte legeringen van aluminium gebruikt. Deze legeringen zijn heel goed te vervormen. Dat is een nuttige eigenschap als je er blikjes van wilt maken.

Van het aluminium worden dikke platen gegoten. Daarna wordt het aluminium gewalst. Bij het walsen wordt het aluminium tussen twee draaiende stalen cilinders door getrokken. De afstand tussen de cilinders wordt steeds kleiner. Hierdoor wordt het aluminium steeds dunner (afbeelding 5). Op het einde houd je een dunne aluminiumplaat over. De dikte van de plaat is 0,25 mm.
Je hebt nu een halffabricaat. De dunne platen worden op grote rollen gerold. De rollen kun je nu gemakkelijk vervoeren.



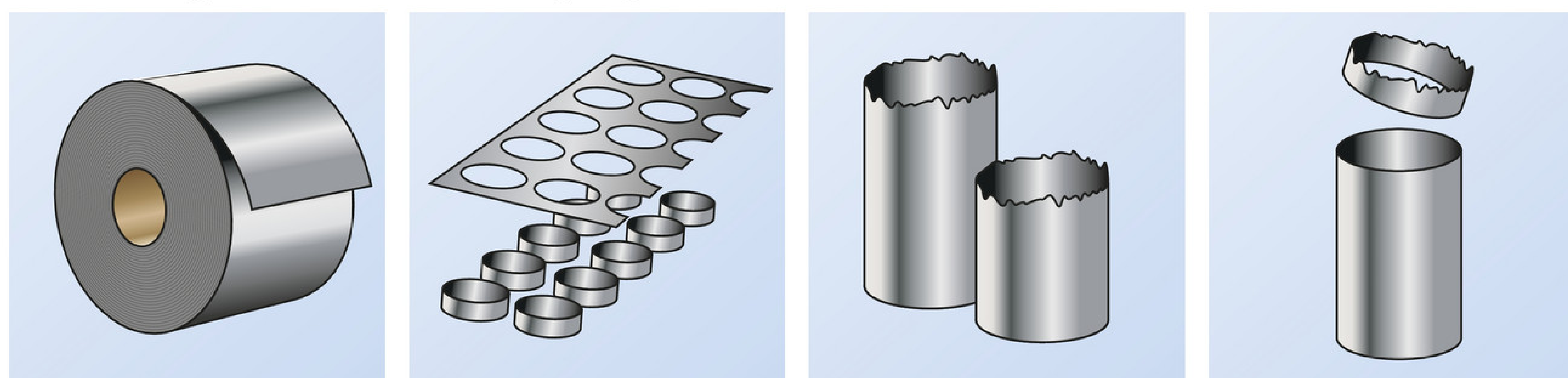
afbeelding 5 Zo werkt het walsen van aluminium.

Stap 4 Blikjes maken

Een vrachtwagen brengt de halffabricaten naar de blikjesfabriek. In de fabriek wordt de aluminiumplaat verwerkt tot blikjes (afbeelding 6). De productie gaat helemaal automatisch. Het begint met de rol aluminium (afbeelding 6a). Uit de plaat worden ondiepe bakjes geperst (afbeelding 6b). De wand van de blikjes wordt daarna opgerekt en dunner gemaakt (afbeelding 6c). Ten slotte wordt de bovenkant recht afgesneden. Je hebt dan een blikje zonder bovenkant (afbeelding 6d).

Hierna gaan de blikjes naar de frisdrankfabriek. Daar worden ze gevuld. De deksels worden op de blikjes vastgemaakt. Op de buitenkant komt een etiket.

afbeelding 6 Zo worden blikjes gemaakt.



a Het aluminium wordt van de rol gehaald.
b Een pers drukt er ondiepe 'bakjes' uit.
c De wand van de bakjes wordt opgerekt.
d De bovenkant wordt recht afgesneden.

11 Van welke grondstof worden aluminium platen gemaakt?

- ○ A aardolie
- ○ B bauxiet
- ○ C bomen
- ○ D ijzererts

12 In een aluminiumfabriek wordt aluminiumplaat gemaakt voor frisdrankblikjes.

a Welke twee eigenschappen hebben de legeringen die hiervoor worden gebruikt?

1 ....

2 ....

b Hoe worden de legeringen bewerkt om er dunne platen van te maken?

....

....

....

13 In een reactievat zakt vloeibaar aluminium naar beneden.
Dit komt doordat de dichtheid van vloeibaar aluminium *GROTER* / *KLEINER* is dan de dichtheid van vloeibaar aluminiumoxide.

14 Het productieproces voor het maken van aluminium blikjes bestaat uit een aantal stappen.
Zet de zinnen in de juiste volgorde. De eerste stap (1) en de laatste stap (7) staan er al. Gebruik de nummers 2 tot en met 6.

.... Aluminiumplaten walsen.

.... Aluminiumoxide scheiden van andere stoffen in het erts.

.... Aluminiumoxide smelten en aluminium aftappen.

.... Bakjes oprekken en dunner maken.

1 Bauxiet winnen in de natuur.

7 Deksels op blikjes vastmaken.

.... Ondiepe bakjes persen uit de aluminiumplaat.

15 Een aluminiumplaat van 5 mm wordt gebruikt in het productieproces van aluminium pannen.
Wat is aluminiumplaat van 5 mm in dit productieproces?

○ A een eindproduct
○ B een grondstof
○ C een halffabricaat
○ D een materiaal

16 Hierna staan vier grondstoffen, vier halffabricaten en vier eindproducten:
bomen – boterhamtrommel – handtasje – ijzererts – katoenplant – kunststofkorrels – platen staal – rollen rubber – rubberboom – T-shirt – tuinhuisje – vellen leer.

a Zet de namen van de grondstoffen in tabel 1 in kolom 1 op de juiste plaats.
b Zet de namen van de halffabricaten in tabel 1 in kolom 2 op de juiste plaats.
c Zet de namen van de eindproducten in tabel 1 in kolom 3 op de juiste plaats.

tabel 1 Halffabricaten en producten.

grondstoffen	halffabricaat	product
aardolie		
	geschaafd grenenhout	
dierenhuid		
		conservenblikje
	lappen katoen	
		autoband

17 Uit aluminiumoxide kun je aluminium halen. Daar is veel elektrische energie voor nodig. De hoeveelheid elektrische energie die nodig is om aluminium te maken, is kleiner geworden (afbeelding 7).

a Hoeveel elektrische energie was er nodig om 1 kg aluminium te maken:

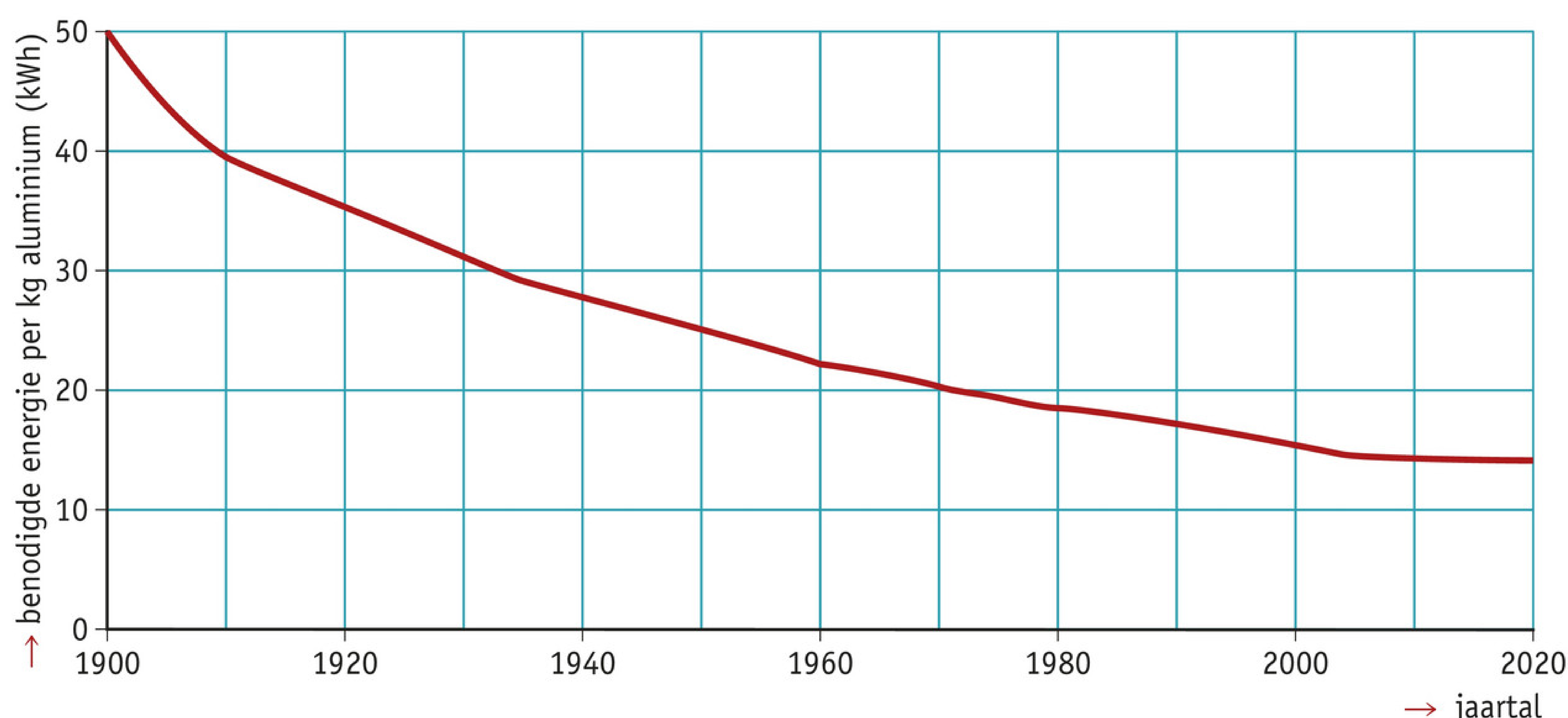
1 in 1900? .... kWh

2 in 1930? .... kWh

3 in 2020? .... kWh

b Hoeveel minder elektrische energie was er nodig voor 1 kg aluminium tussen 1970 en 2020?

- ○ A ongeveer 3 kWh
- ○ B ongeveer 6 kWh
- ○ C ongeveer 11 kWh
- ○ D ongeveer 14 kWh

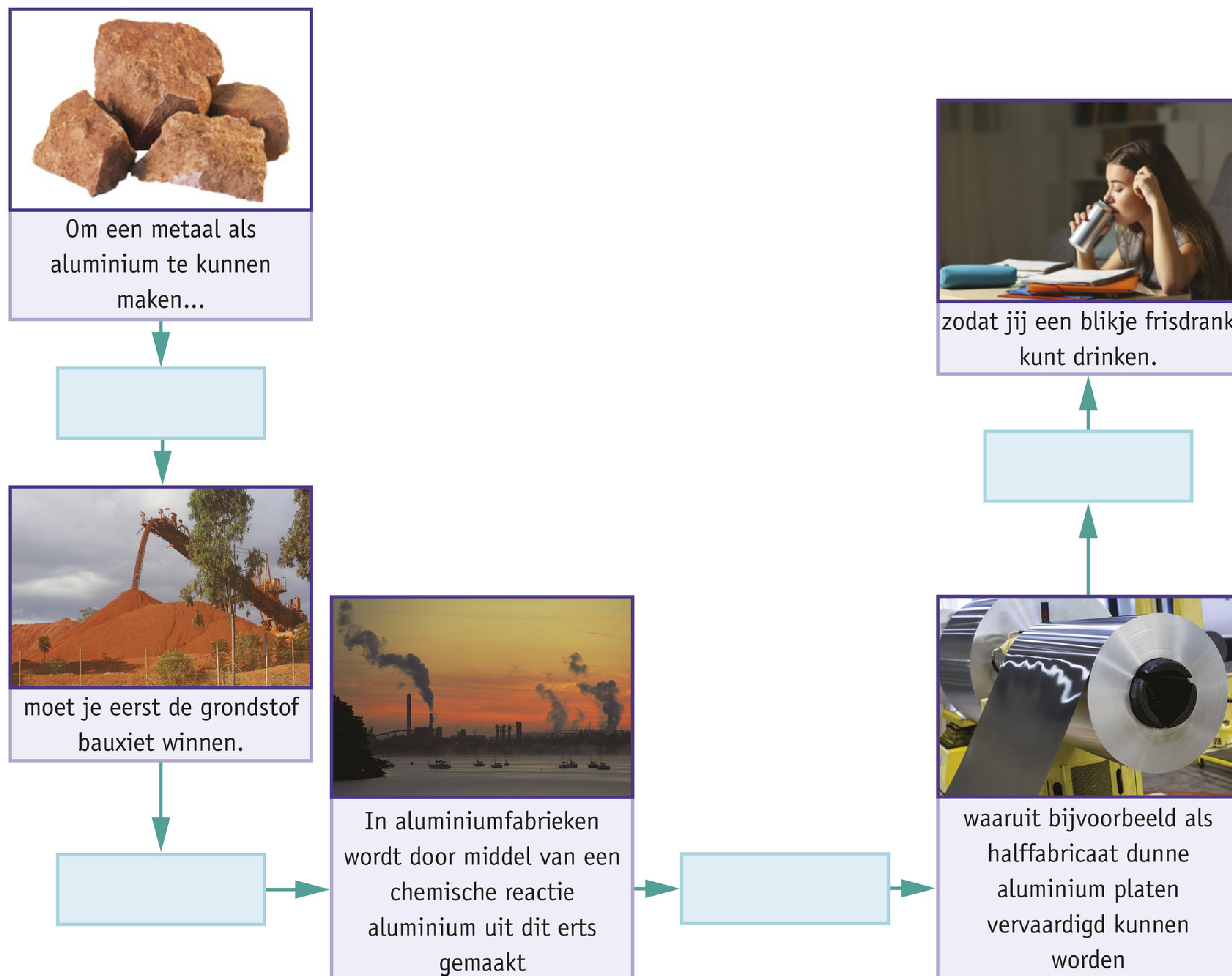


afbeelding 7 Er is steeds minder elektrische energie nodig om 1 kg aluminium te maken.

18 Bekijk afbeelding 8. Je ziet vijf afbeeldingen van het productieproces van een aluminium blikje.
Hierna staan de vier processtappen in alfabetische volgorde.

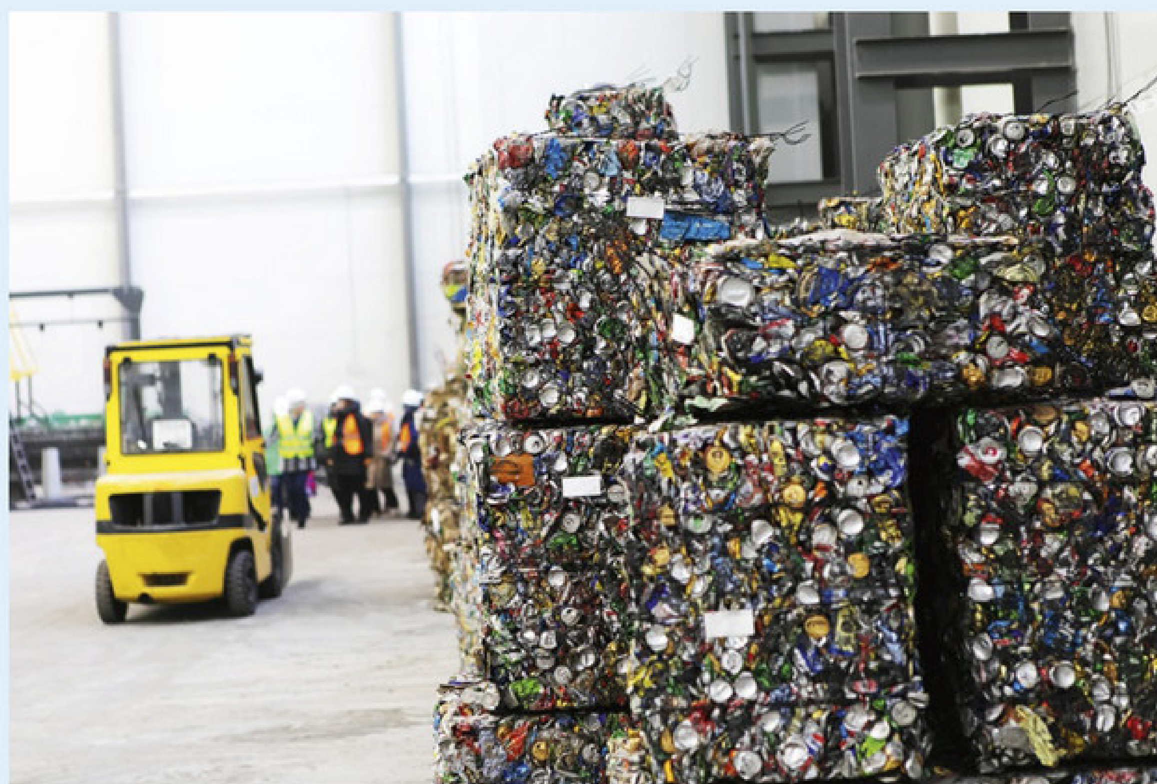
1 grondstoffen chemisch bewerken
2 halffabricaten maken
3 stoffen uit de natuur halen
4 uit halffabricaat eindproduct maken

Zet de nummers op de juiste plek in afbeelding 8.



afbeelding 8 Het productieproces van een frisdrankblikje.

Werken als heftruckchauffeur — beroep



Steven is heftruckchauffeur bij een aluminiumsmelterij van drankblikjes. Eerst stond hij bij de ovens. Steven: “Ik kon niet erg goed tegen de hitte. Een keer ben ik zelfs flauwgevallen.” Voor hij bij de smelterij kwam werken, had hij de opleiding Operationele techniek gevolgd. Daar heeft hij geleerd hoe je machines moet onderhouden en hoe je problemen met machines oplost.
Steven: “Binnen het bedrijf hadden ze een heftruckchauffeur nodig en op die baan heb ik gesolliciteerd. De cursus voor heftruckchauffeur heeft het bedrijf betaald.”

19 Lees de tekst ‘Werken als heftruckchauffeur’.
Leg uit hoe het komt dat het zo heet is in een aluminiumsmelterij.

....

....

....

....

ONTHOUD

Grondstoffen vind je in de natuur.
Voorbeelden van grondstoffen zijn: schapen, bomen, aardolie en ijzererts.

Een erts is een gesteente waarin een nuttige grondstof zit.

Voor het maken van een product zijn vier stappen nodig:
- grondstoffen uit de natuur halen (winnen);
- grondstoffen zuiveren en bewerken;
- produceren van halffabricaten;
- producten maken uit halffabricaten.

Bauxiet is de grondstof voor het maken van aluminium.
Bauxiet wordt chemisch bewerkt waarna aluminiumoxide overblijft. Van het aluminiumoxide wordt het materiaal aluminium gemaakt.
Aluminium wordt gewalst tot een dunne aluminiumplaat: het halffabricaat.
Uit de dunne aluminiumplaat wordt het eindproduct gemaakt.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

4 Afval en milieu

LEERDOELEN

7.4.1 Je kunt beschrijven wat de gevolgen zijn voor het milieu tijdens het productieproces van materialen.
7.4.2 Je kunt beschrijven wat hernieuwbare grondstoffen zijn.
7.4.3 Je kunt manieren beschrijven van afvalverwerking.
7.4.4 Je kunt beschrijven hoe je verantwoord met afval omgaat.
7.4.5 Je kunt afval scheiden in verschillende soorten afval.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	7.4.1	7.4.2	7.4.3	7.4.4	7.4.5
Onthouden	3a, 5, 6, 7ab, 8	1	9, 11	18ac	13, 14, 15, 17bcd
Begrijpen	3bc			12, 18b	16, 17a
Toepassen	4	2		10, 18d	19
Analyseren	20				

Van materialen kun je eindproducten maken. Tijdens het productieproces ontstaan afvalstoffen. Bijvoorbeeld boomschors bij het zagen van planken. Maar ook de eindproducten worden vaak afval: denk aan voorwerpen die kapotgaan. Doordat mensen steeds meer spullen maken, ontstaat ook steeds meer afval.

PRODUCTIE EN MILIEU

Producten maken heeft gevolgen voor het milieu. Je moet daarbij kijken naar:

- het verbruik van grondstoffen;
- het verbruik van energie;
- het ontstaan van afvalstoffen.

Als je grondstoffen zoals erts, olie of bauxiet wint, komen die niet meer terug. Winning is schadelijk voor de bodem. Bij het productieproces ontstaan allerlei **afvalstoffen**. Bijvoorbeeld bij de zuivering van aluminium ontstaan grote hoeveelheden rode smurrie (afbeelding 1). In de smurrie zitten zeer giftige stoffen, zoals kwik en cadmium. Ook komen er bij de productie van aluminium schadelijke gassen en koolstofdioxide vrij. De afkorting van koolstofdioxide is CO_2.

Vaak is voor het winnen van grondstoffen heel veel energie nodig. Dat geldt ook voor het bewerken van de grondstoffen tot een materiaal. Een materiaal opnieuw gebruiken kost meestal minder energie. Het opnieuw gebruiken van aluminium kost maar 5% van de energie die nodig is om nieuw aluminium te maken.

Er zijn ook **hernieuwbare grondstoffen**. Daarvan ontstaan telkens nieuwe voorraden. Denk aan bomen, katoenplanten en schapen voor wol.



afbeelding 1 Deze rode smurrie blijft over na de zuivering van bauxiet.

1 Ertsen en aardolie raken *WEL* / *NIET* op.

2 In tabel 1 zie je grondstoffen en de materialen die uit de grondstoffen worden gemaakt.
Kruis in tabel 1 aan welke grondstoffen wel opraken en welke grondstoffen niet opraken.

tabel 1 Energiebronnen.

grondstof	Raakt wel op.	Raakt niet op.
aardolie (kunststof)		
bauxiet (aluminium)		
bomen (hout)		
ijzererts (ijzer)		
schapen (wol)		
zand (glas)		
zijderups (zijde)		

3 Bij het productieproces van aluminium kunnen water, grond en lucht vervuild worden.

a Welke stof vervuilt het water? ....

b Welke stof vervuilt de grond? ....

c Welke stof vervuilt de lucht? ....

4 Voor het maken van drinkbekers wordt meestal aardolie gebruikt als grondstof.
Er zijn ook bekers met maiszetmeel als grondstof.
Geef een voordeel van het gebruik van maiszetmeel in plaats van aardolie.

....

....

....

naar: examen 2016-variant 1

BROEIKASEFFECT

Voor de productie van materialen, halffabricaten en eindproducten is veel energie nodig. Veel van deze energie komt van de verbranding van fossiele brandstoffen. Door de verbranding van fossiele brandstoffen komt er koolstofdioxide in de lucht.

In de lucht rond de aarde zit ook koolstofdioxide. Koolstofdioxide kan goed warmte vasthouden. Daarom noem je koolstofdioxide een broeikasgas. Doordat koolstofdioxide de warmte van de aarde vasthoudt, is het op aarde warm genoeg om te leven. Dit noem je het broeikaseffect. Als er extra koolstofdioxide in de lucht komt, wordt ook extra veel warmte vastgehouden. Daardoor wordt het warmer op aarde. Dit heet het **versterkte broeikaseffect**.

Het versterkte broeikaseffect heeft verschillende gevolgen:
- Op de Noordpool en de Zuidpool smelt meer ijs.
- Er smelt meer ijs van gletsjers.
- De zeespiegel stijgt.
- Er valt meer regen.
- Het klimaat verandert.

5 Welk gas is een broeikasgas?
- ○ A koolstofdioxide
- ○ B stikstofdioxide
- ○ C zuurstof
- ○ D zwaveldioxide

6 Waardoor komt er steeds meer koolstofdioxide in de lucht?

....

7 Wat gebeurt er als er steeds meer koolstofdioxide in de lucht komt?
a Het broeikaseffect wordt daardoor *VERSTERKT* / *VERZWAKT*.
b De temperatuur op aarde *DAALT* / *STIJGT*.

8 Schrijf vier gevolgen op die het versterkte broeikaseffect kan hebben.

....

....

....

....

....

....

AFVAL

Afval hoort niet in het milieu. Door afval vervuilt het milieu. Bijvoorbeeld drinkwater dat vervuild is of dieren die doodgaan van plastic. De regering heeft daarom regels gemaakt hoe je met afval moet omgaan.

De eerste regel is dat er zo weinig mogelijk afval wordt gemaakt.
Toch zal er altijd afval zijn. Dan geldt:

- Afval moet nuttig worden gebruikt.

Lukt dat niet, dan geldt:

- Afval moet worden verbrand om energie op te wekken.

Lukt dat ook niet, dan geldt:

- Afval moet naar een stortplaats.

NUTTIG GEBRUIKEN

Het grootste deel van het afval in Nederland wordt nuttig gebruikt. Denk aan flessen met statiegeld. De lege flessen lever je in bij de winkel. De flessen gaan terug naar de fabriek. Daar worden ze opnieuw gevuld. Het opnieuw gebruiken van een voorwerp noem je **hergebruiken**.

Flessen zonder statiegeld worden in stukjes gehakt. Dat kan met flessen van glas en met flessen van plastic. De stukjes worden gewassen, gezuiverd en weer gesmolten. Van dit glas of plastic kunnen dan weer nieuwe flessen, of andere voorwerpen, worden gemaakt. Een materiaal opnieuw gebruiken noem je **recyclen**.

Recyclen kan alleen als het afval gescheiden wordt ingeleverd. Afval scheiden betekent soort bij soort doen. Afval kun je bijvoorbeeld scheiden in:

- glas
- papier
- plastic
- kleding
- gft
- kca

Glas
Glazen flessen met statiegeld kun je inleveren. De flessen worden opnieuw gebruikt. Ander glas gaat in de glasbak. Dit glas wordt gesmolten. Daarna worden er nieuwe flessen of potten van gemaakt.

Papier
Van oud papier kan nieuw papier worden gemaakt. In sommige gemeenten hebben mensen een aparte container voor papier en plastic. In andere plaatsen wordt het papier los opgehaald, bijvoorbeeld door een sportvereniging.

Plastic
Van gebruikt plastic kan opnieuw plastic worden gemaakt. Veel mensen houden plastic afval apart. Soms wordt dit plastic apart opgehaald door de vuilniswagen. Ook kun je plastic afval wegbrengen naar een speciale verzamelbak.

Kleding
Schone oude kleren gooi je weg in de kledingbak. Bijvoorbeeld als ze te klein zijn of kapot. Van oude kleren worden dekens, isolatiemateriaal en nieuwe kleding gemaakt.

Gft
De letters **gft** staan voor groente-, fruit- en tuinafval. Gft gaat in de groene container (afbeelding 2). Van gft-afval wordt compost gemaakt. Compost is een soort vruchtbare tuinaarde. Compost maken heet **composteren**.



afbeelding 2 Containers voor gft (links) en restafval (rechts).

Kca
Kca betekent klein chemisch afval. Bij kca horen bijvoorbeeld batterijen, lampen, medicijnen en verfblikken met een restje verf erin (afbeelding 3). In deze producten zitten allemaal giftige stoffen.

Klein Chemisch Afval (kortweg kca)

Wat hoort er bij het kca?

Accu, batterij, benzine, motorolie, afgewerkte olie, remolie, oliefilters, bestrijdingsmiddel, etsvloeistof, fotofixeer, foto-ontwikkelaar, gootsteenontstopper, kwikschakelaar, kwikthermometer, medicijnen, injectienaalden, lampenolie, petroleum, spaarlamp, tl-lamp, led-lamp, verf, beits, lak, verfverdunner, verf-afbijtmiddel, kwastenreiniger, zoutzuur, zwavelzuur, salpeterzuur, verfblikken (met restje verf)

Wat hoort er niet bij het kca?

Ammonia, spiritus, armatuur, balpen, viltstift, bleekwater, ontsmettingsmiddel, cd, diskette, cosmetica, foto's, dia's, fotostopbad, negatieven, geverfd hout, verduurzaamd hout, halogeenlamp, koperpoets, zilverpoets, nagellak, nagellakremover, snelontkalker, spuitbus (leeg), verfblikken (leeg), kwasten met uitgeharde verf, opgedroogde latexroller, videoband, cassettebandje, vlekverwijderaar

afbeelding 3 Afvalwijzer voor klein chemisch afval.

STORTEN EN VERBRANDEN

Al het afval dat niet gescheiden kan worden ingeleverd, noem je **restafval**. Het grootste deel van het restafval wordt verbrand. De verbrandingsgassen worden gefilterd. Daardoor komen er minder schadelijke stoffen in de lucht.
De warmte van de verbranding wordt vaak gebruikt om elektriciteit op te wekken en om huizen te verwarmen.

Een kleiner deel van het restafval wordt op een grote berg gegooid. Dat noem je **storten**. Als de berg hoog genoeg is, wordt hij afgedekt met grond.
Storten heeft veel nadelen. Het stinkt en afvalstoffen komen in het milieu terecht. Deze manier van afvalverwerking komt in Nederland steeds minder voor.

Om het milieu te beschermen, moet de hoeveelheid restafval steeds kleiner worden.

9 Materialen die je in het afval gooit, kun je opnieuw gebruiken.
Hoe noem je het opnieuw gebruiken van materialen in het afval?

○ A gebruiken
○ B hergebruiken
○ C recyclen
○ D verwerken

10 Veel plastic afval komt in de zee terecht.
Schrijf drie nadelen op van plastic in zee.

- Vissen eten het op en ....
- Zeevogels eten het op en ....
- Het plastic vervuilt het ....

11 Op welke drie manieren wordt afval verwerkt?

....

....

....

....

....

12 Wat wordt bedoeld met 'scheiden van afval'?

- ○ A afval apart houden
- ○ B afval bij elkaar doen
- ○ C afval hergebruiken
- ○ D afval storten

13 Geef drie voorbeelden van afval dat bij het kca hoort.

....

....

....

....

....

14 Wat betekent de afkorting gft?

Gft betekent ....

15 Wat is de afkorting voor klein chemisch afval? ....

16 Gebruik *BINAS* tabel 27 *Klein chemisch afval, groente-, fruit- en tuinafval en recycling*.
Links staan soorten afval. Rechts staan drie afvalbakken waar het afval in kan.
Trek een lijn van elk soort afval naar de bak waar het in moet.

A accu ○	
B aardappelschillen ○	
C batterijen ○	
D bladeren van bomen ○	
E glazen fles ○	○ 1 glasbak
F kwastenreiniger ○	○ 2 bak voor kca
G kwikthermometer ○	○ 3 gft-bak
H olie ○	
I pot van glas ○	
J spaarlamp ○	
K verwelkte bloemen ○	

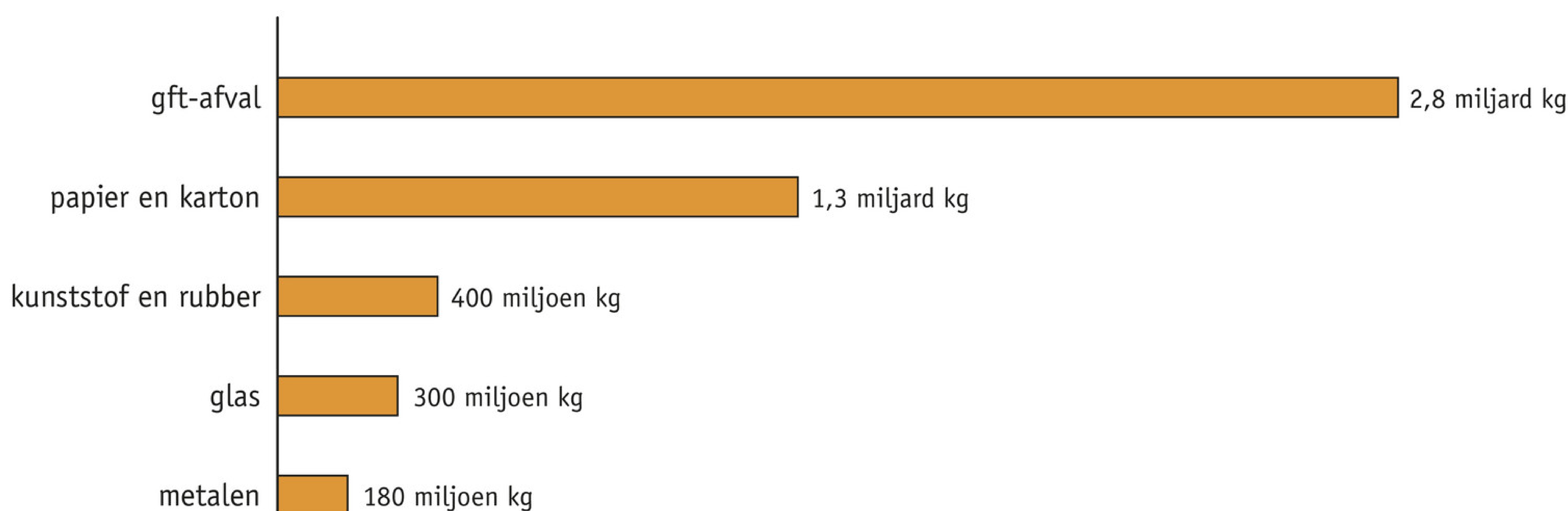
17 In afbeelding 4 zie je hoeveel afval per jaar in Nederland wordt geproduceerd.

a Welk soort afval wordt in Nederland het meest weggegooid? ....

b Van welk materiaal is de jaarlijkse afvalproductie 180 miljoen kg? ....

c Hoeveel kilogram glasafval is er elk jaar in Nederland? ....

d Hoeveel kilogram afval wordt er jaarlijks in Nederland aan papier en karton geproduceerd? ....



afbeelding 4 Afval dat per jaar in Nederland wordt geproduceerd.

18 Lees het krantenbericht van afbeelding 5.

a Hoeveel vrijwilligers zijn er bezig geweest met de schoonmaakactie?

....

b Hoeveel dagen zijn de vrijwilligers bezig geweest? .... dagen

c Hoeveel kilogram afval hebben de vrijwilligers opgehaald? ....

d Bereken hoeveel kilogram afval er gemiddeld per dag is opgehaald.

....

....

Op de stranden langs de Noordzee is tijdens een grote schoonmaakactie 10 991 kg afval opgeruimd. De actie, die donderdag na twee weken eindigde in Zandvoort, was een initiatief van Stichting De Noordzee. In totaal hebben 2568 vrijwilligers, met afvalprikkers en vuilniszakken, meegeholpen. Ook het strand van IJmuiden werd schoongemaakt.

afbeelding 5 Krantenbericht ANP van 15 augustus 2019.

19 Er bestaan veel soorten verpakkingsmaterialen.
Een producent van chocoladekoekjes verpakt zijn producten in een composteerbare folie (afbeelding 6).
Bij welk soort afval hoort deze folie?

....

naar: examen 2016-variant 1



afbeelding 6 Koekjes in composteerbare folie.

Werken als muskusrattenvanger beroep



Sjoerd werkt bij een waterschap. Een van de belangrijkste taken van de waterschappen is het beschermen van Nederland tegen overstromingen.
Sjoerd is muskusrattenvanger. Muskusratten graven grote gangenstelsels in dijken en oevers. Daardoor worden de dijken en oevers zwakker. Daarom moeten deze dieren gevangen worden.

Sjoerd heeft na zijn vmbo de opleiding tot Opperman bestrating gevolgd. Hij heeft zes jaar gewerkt bij een bedrijf dat dijken aanlegde. Sjoerd: “Ik zag tijdens dit werk vaker mensen die langs de oevers op zoek waren naar gaten aan de oever. Een keer sprak ik zo iemand aan en hij vertelde dat hij muskusrattenvanger was. Hij vertelde over zijn beroep en ik was meteen enthousiast.”
Sjoerd vangt nu 7 jaar muskusratten. Een mooier beroep kan hij zich niet voorstellen.

20 Lees de tekst ‘Werken als muskusrattenvanger’.
Door het versterkte broeikaseffect stijgt de zeespiegel. Het werk van de muskusrattenvanger wordt daardoor dus steeds belangrijker.
Schrijf twee dingen op die je zelf kunt doen om ervoor te zorgen dat de zeespiegel minder stijgt.

....

....

....

....

....

ONTHOUD

Het maken van producten heeft gevolgen voor het milieu.
Je moet daarbij kijken naar:

- het verbruik van grondstoffen;
- het verbruik van energie;
- het ontstaan van afvalstoffen.

Van veel grondstoffen is een beperkte hoeveelheid beschikbaar op aarde.
Er zijn ook hernieuwbare grondstoffen. Hiervan ontstaat steeds een nieuwe voorraad.

Bij de productie van materialen komen schadelijke stoffen terecht in de grond, het water en de lucht.
Koolstofdioxide uit verbrandingsgassen zorgt voor het versterkte broeikaseffect.

Voorkom het maken van afval.
Als dat niet kan, zorg er dan voor dat het afval nuttig gebruikt wordt.

- Dit kan door hergebruik of recyclen.
- Recyclen kan alleen als het afval gescheiden wordt ingeleverd.

Als dat niet kan, dan komt verbranden met energieopwekking.
Als ook dat niet kan, dan pas mag het afval naar een stortplaats.

Gft betekent groente-, fruit- en tuinafval.
Kca betekent klein chemisch afval.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

5 Materialen kiezen

LEERDOELEN

7.5.1 Je kunt van een aantal materialen eigenschappen noemen.
7.5.2 Je kunt van eindproducten aangeven van welk materiaal ze gemaakt zijn.
7.5.3 Je kunt een materiaal kiezen voor een praktische toepassing op basis van eigenschappen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	7.5.1	7.5.2	7.5.3	7.1.5*
Onthouden	2, 4, 8	3, 7, 9	11abcd	
Begrijpen	5	10		6
Toepassen		1	12, 13, 14, 15, 16ab	
Analyseren				

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Van grondstoffen kun je veel verschillende materialen maken. Bijvoorbeeld: uit ijzererts worden ruwijzer en staal gemaakt. Ruwijzer is korrelig en breekbaar. Staal is hard en glanzend. Verschillende materialen hebben verschillende eigenschappen.

MATERIALEN EN HUN EIGENSCHAPPEN

Van materialen worden producten gemaakt. Elk materiaal heeft andere eigenschappen en daardoor andere toepassingen.
Hierna staan verschillende materialen. Bij elk materiaal staan eigenschappen en toepassingen.

Hout

Hout kun je op veel plaatsen kopen. En het is goedkoop. Hout heeft een kleine dichtheid. Het is sterk en gemakkelijk te bewerken. Je kunt het zagen, lijmen, boren en spijkeren en schroeven. Hout is een hernieuwbare grondstof. Hout wordt veel gebruikt als bouwmateriaal en om meubels van te maken.

IJzer en staal

Uit ijzererts wordt ijzer gemaakt. IJzer is een metaal. Het is gemakkelijk te bewerken, maar het breekt snel. Van ijzer wordt staal gemaakt. Staal is een ijzerlegering. Staal wordt gebruikt als constructiemateriaal (afbeelding 1). Bijvoorbeeld voor een fabriekshal of een hijskraan. Je kunt staal klinken, lassen of verbinden met bouten en moeren.



afbeelding 1 Stalen buizen en profielen.

Koper
Een ander metaal is koper. Koper is stevig. Het geleidt stroom erg goed. Ook kan koper goed tegen water. Koperen buizen kun je gemakkelijk in een andere vorm buigen. Daarom wordt koper gebruikt voor elektrische bedradingen, gasleidingen en waterleidingen.

Glas
Een groot nadeel van glas is dat het erg breekbaar is. Maar het is wel doorzichtig en sterk. Als glas erg warm wordt gemaakt, kan het in verschillende vormen worden geblazen. Van glas maak je bijvoorbeeld ruiten en flessen.

Katoen en wol
Katoen wordt gemaakt van planten. Wol is de vacht van schapen. Katoen en wol zijn hernieuwbare grondstoffen. Van katoen en wol maak je eerst draden. Als je die draden weeft of breit, krijg je textiel (afbeelding 2). Wol en katoen zijn gemakkelijk te bewerken. Veel kleren zijn gemaakt van katoen of wol. Handdoeken zijn van katoen. Sommige vloerkleden zijn van wol. Katoen voelt koel aan en wol is juist warm.



afbeelding 2 Katoen weven in een weefgetouw.

Kunststoffen
Aardolie is de grondstof voor verschillende kunststoffen. Een andere naam voor kunststof is plastic. Veel voorwerpen zijn gemaakt van kunststof. Dat komt doordat kunststof veel goede eigenschappen heeft en goedkoop is om te maken. Je kunt er veel verschillende vormen van maken en kunststof gaat lang mee. Bijvoorbeeld een broodtrommel, een plastic zak en veel apparaten in de keuken zijn gemaakt van kunststof.

Pvc is een stevige kunststof. Buizen van pvc zijn goed in een andere vorm te buigen. Pvc kan goed tegen water en het is een isolator voor elektriciteit. Daarom wordt pvc gebruikt om het koperdraad van elektrische bedrading te isoleren. In huizen wordt pvc gebruikt als rioolbuis, als regenpijp of als buis voor elektrische bedrading.

Ook **polyester** is een kunststof. Met een mal kun je van vloeibaar polyester allerlei vormen maken. Bijvoorbeeld lange draden. Polyester is erg sterk en kan goed tegen water. Het zit in kleding, vloerbedekking, zeildoek en rugzakken. Ook worden er sterke touwen en spanbanden van gemaakt (afbeelding 3).



afbeelding 3 Met polyester spanbanden kun je lading vastzetten.

Steen

In Nederland worden veel huizen gebouwd met baksteen. De grondstof van baksteen is klei. Baksteen gaat heel lang mee. Een muur van baksteen houdt geluid van buiten het huis goed tegen. Baksteen krimpt bijna niet en zet bijna niet uit.

Voor vloeren gebruik je vaak natuursteen. Om een mooie glimmende vloer te krijgen, moet je de steen eerst polijsten (afbeelding 4). Natuursteen is hard, slijt bijna niet en kan goed tegen water.



afbeelding 4 De zwarte glimmende delen van de steen zijn gepolijst.

BETON

Beton wordt gemaakt van grind, zand, cement en water. Je kunt beton in elke vorm gieten. Na het gieten wordt het beton vanzelf hard. Het houdt dan zijn vorm. Beton is waterdicht. Op beton kun je heel hard drukken zonder dat het kapotgaat.

Om beton nog sterker te maken, worden er metalen staven in het beton geplaatst (afbeelding 5). Beton met stalen staven noem je **gewapend beton**.

Voor het bouwen van flats en wolkenkrabbers wordt beton gebruikt. Ook worden er wegen en bruggen van gemaakt.



afbeelding 5 Zo maak je gewapend beton.

1 Links staan voorwerpen die je regelmatig gebruikt. Rechts staan verschillende materialen.
Verbind elk voorwerp met het materiaal waarvan het is gemaakt.

A autoband ○	○ 1 koper
B broodtrommel ○	○ 2 kunststof
C elektriciteitsleiding ○	○ 3 leer
D gasleiding ○	○ 4 pvc
E schoen ○	○ 5 rubber
F warme trui ○	○ 6 wol

2 Koper kan *WEL* / *NIET* goed tegen water.

3 Waarvoor wordt koper gebruikt?
- ○ A Koper wordt gebruikt om fietsen van te maken.
- ○ B Koper wordt gebruikt om gasleidingen van te maken.
- ○ C Koper wordt gebruikt om meubels van te maken.

4 Polyester en pvc zijn *WEL* / *GEEN* kunststoffen.

5 Waarom wordt hout vaak gebruikt als bouwmateriaal?

- ○ A Hout is gemakkelijk vloeibaar te maken en in mallen te gieten.
- ○ B Hout kan goed tegen water en is een goede geleider.
- ○ C Hout kun je lassen en goed in vorm buigen.
- ○ D Hout kun je zagen, lijmen, boren, spijkeren en schroeven.

6 Schrijf drie manieren op waarmee je twee stukken ijzer met elkaar kunt verbinden.

1 ....

2 ....

3 ....

7 Schrijf twee voorwerpen op die van polyester zijn gemaakt.

....

....

....

....

8 Welk materiaal is gemakkelijk in een andere vorm te blazen?

- ○ A glas
- ○ B ijzer
- ○ C koper
- ○ D pvc

9 Wat wordt veel van katoen en wol gemaakt?

....

10 Welk materiaal wordt vaak gebruikt om grote bruggen te bouwen?

- ○ A baksteen
- ○ B beton
- ○ C gewapend beton
- ○ D hout

EINDPRODUCT

Als je een eindproduct wilt maken, moet je eerst een materiaal kiezen. Je kiest het materiaal dat het meest geschikt is voor dat eindproduct. Daarbij let je op:

- de eigenschappen van het materiaal;
- de prijs van het materiaal;
- of je gemakkelijk aan het materiaal kunt komen;
- de invloed die de productie van dat materiaal heeft op het milieu.

Het kozijn van een raam kan van verschillende materialen worden gemaakt. Er zijn kozijnen van hout en van kunststof. Het voordeel van hout is dat je het gemakkelijk kunt bewerken. Ook kun je het in verschillende kleuren schilderen. Hout is een hernieuwbaar materiaal. Een voordeel van kunststof is dat je dit materiaal niet hoeft te onderhouden. Van kunststof kun je holle onderdelen voor het kozijn maken, zodat het kozijn lichter wordt en beter isoleert.

De ruit in een raam maak je van glas of van doorzichtig kunststof. Kunststof heeft een kleinere dichtheid dan glas. Kunststof isoleert ook beter dan glas. Maar glas slijt minder en blijft langer doorzichtig. Daarom kiezen de meeste mensen voor glas.

11 Evy en Stijn bouwen een extra kamer aan hun huis. In de kamer moet een raam komen en dus ook een kozijn. Evy kiest voor een kunststof kozijn.

a Schrijf twee voordelen van kunststof op.

1 ....

2 ....

b Stijn wil een houten kozijn, omdat hout iets goedkoper is dan kunststof. Schrijf twee andere voordelen van hout op.

1 ....

2 ....

c In het kozijn moeten ruiten worden geplaatst. Evy en Stijn kunnen kiezen uit ruiten van kunststof en van glas. Schrijf twee voordelen op van een ruit van glas.

1 ....

2 ....

d Wat is het voordeel van een kunststof ruit?

....

....

★ **12** Tijdens een feest kun je een papieren wensballon laten opstijgen (afbeelding 5). Op de ballon schrijf je je wens. De papieren wensballon heeft een ijzeren constructie. IJzer en papier zijn recyclebaar.
Schrijf van elk materiaal nog een materiaaleigenschap op die het geschikt maakt voor deze toepassing.

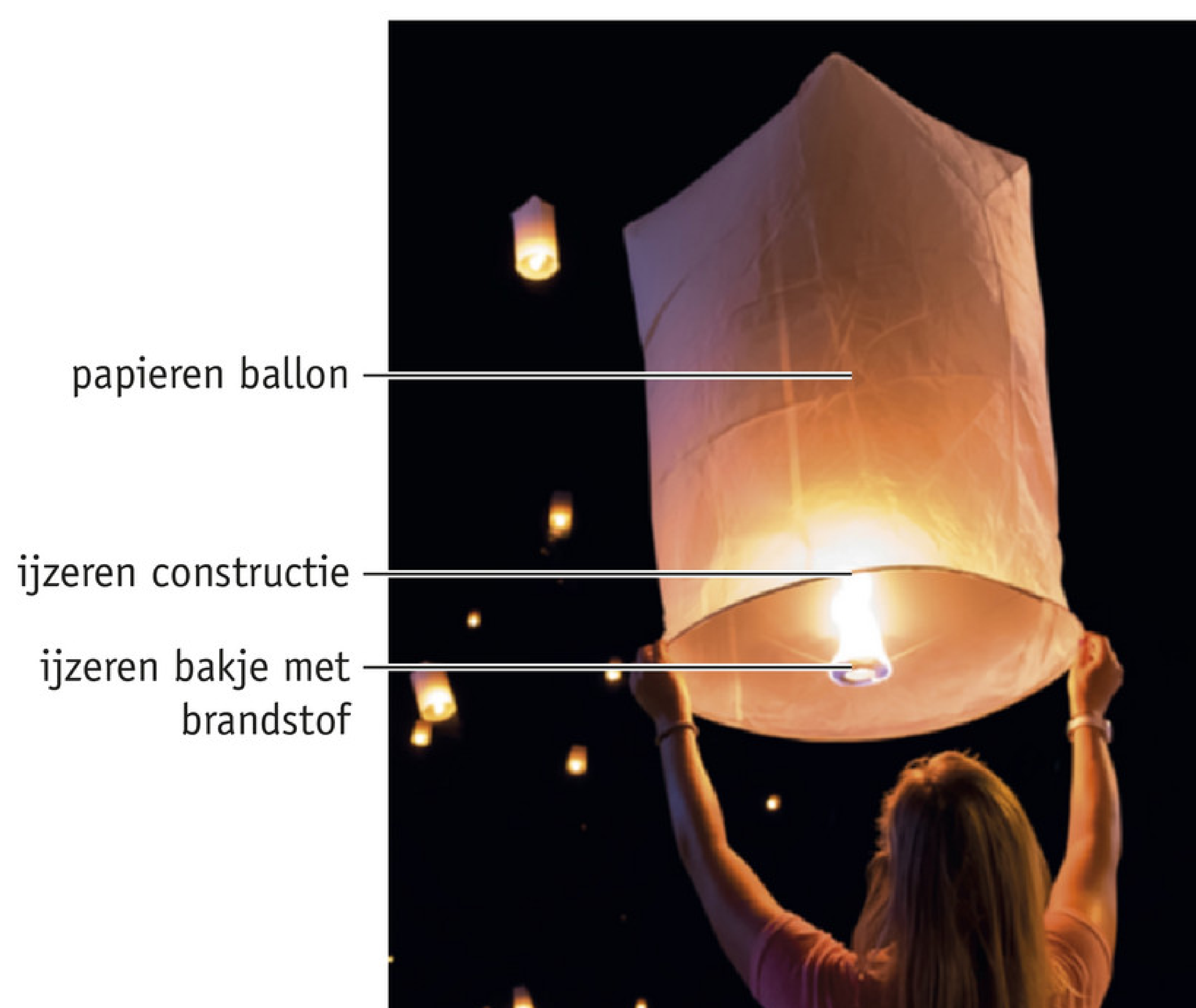
- Papier: ....

  ....

- IJzer: ....

  ....

naar: examen 2019-1 vmbo k



afbeelding 5 Een wensballon van ijzer en papier.

13 De Boeing 737 MAX kan bijna tweehonderd personen en hun bagage vervoeren (afbeelding 6). Het toestel kan dus veel lading in de lucht meenemen. De romp en de vleugels van deze Boeing zijn gemaakt van een aluminium legering. Schrijf twee stofeigenschappen op die aluminium geschikt maken voor de romp en vleugels van een vliegtuig.



afbeelding 6 Een Boeing 737 MAX maakt zich klaar voor de landing.

....

....

....

....

....

14 Dranken werden vroeger bijna altijd in glas verpakt. Nu wordt vaak gekozen voor andere verpakkingsmaterialen.
Geef twee redenen waarom producenten geen glas meer gebruiken.

1 ....

2 ....

15 Vroeger werden veel bruggen gemaakt van steen. Tegenwoordig zijn bijna alle bruggen van beton.
Geef een reden waarom vaak gekozen wordt voor beton in plaats van steen.

....

....

....

16 T-shirts kun je maken van katoen en van polyester.

a Geef een voordeel voor het milieu als je katoen gebruikt.

....

....

....

b Geef een nadeel voor het milieu als je polyester gebruikt.

....

....

....

....

ONTHOUD

Elk materiaal heeft andere eigenschappen. Hierdoor gebruik je elk materiaal voor andere toepassingen.

Als je een eindproduct wilt maken, moet je hiervoor een materiaal kiezen.
Je kiest een materiaal dat het meest geschikt is voor het eindproduct. Daarbij let je op:

- de eigenschappen van het materiaal;
- de prijs van het materiaal;
- of je gemakkelijk aan het materiaal kunt komen;
- de invloed die de productie van dat materiaal heeft op het milieu.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

Leerstofoverzicht

7.1 MATERIAALEIGENSCHAPPEN

ONTHOUD

- Alle metalen geleiden warmte en elektrische stroom goed.
- Materialen die warmte en stroom goed geleiden, noem je geleiders.
- Bijna alle andere materialen geleiden warmte en stroom niet goed.
- Materialen die warmte en stroom niet geleiden, zijn isolatoren.
- Elk materiaal geleidt geluid.
- Materialen met veel gaatjes en kanaaltjes kunnen geluid dempen.
- Materialen zetten uit als hun temperatuur stijgt.
- Materialen krimpen als hun temperatuur daalt.
- Bijna alle metalen verkleuren in de buitenlucht. Dit noem je corrosie.
- Corrosie bij ijzer en staal noem je roesten.
- Je kunt ijzer en staal beschermen tegen corrosie door ze te verven, te verchromen of te verzinken.
- Als je van een materiaal gemakkelijk stukjes weg kunt halen, is zo'n materiaal gemakkelijk verspaanbaar.
- Materialen kun je met elkaar verbinden door spijkeren, schroeven, lijmen, nieten, bouten en moeren, lassen en solderen.

BEGRIPPEN

corrosie
Chemische reactie van een metaal met zuurstof en water.

geleider
Materiaal dat warmte, elektriciteit of geluid gemakkelijk doorlaat.

isolator
Materiaal dat warmte, elektriciteit of geluid gemakkelijk, slecht of niet doorlaat.

krimpen
Kleiner worden.

materiaaleigenschap
Kenmerk van een materiaal.

uitzetten
Groter worden.

verbinden
Aan elkaar vastmaken van twee stukken materiaal.

verspaanbaar
Materiaaleigenschap die aangeeft of je van een materiaal gemakkelijk stukjes kunt weghalen.

7.2 DICHTHEID

ONTHOUD

- De dichtheid van een materiaal is de massa van één kubieke centimeter (1 cm^3) van dat materiaal.
- De dichtheid is een materiaaleigenschap.
- De dichtheid van water is 1,0 g/cm^3.
- Een voorwerp drijft op water als de dichtheid van het voorwerp kleiner is dan de dichtheid van water.
- Een voorwerp zinkt in water als de dichtheid van het voorwerp groter is dan de dichtheid van water.
- Een voorwerp zweeft in water als de dichtheid van het voorwerp precies gelijk is aan de dichtheid van water.
- De dichtheid van een materiaal bereken je met de formule:
  dichtheid = massa : volume
- Het volume van een voorwerp bereken je met de formule:
  volume = massa : dichtheid
- De massa van een voorwerp bereken je met de formule:
  massa = dichtheid × volume

BEGRIPPEN

constructie
Een bouwwerk of voorwerp dat uit meer dan twee delen bestaat.

dichtheid
Materiaaleigenschap die aangeeft hoe groot de massa per volume-eenheid is. Bijvoorbeeld: in gram per kubieke centimeter (g/m^3).

7.3 VAN GRONDSTOF TOT PRODUCT

ONTHOUD

- Grondstoffen vind je in de natuur.
- Voorbeelden van grondstoffen zijn: schapen, bomen, aardolie en ijzererts
- Een erts is een gesteente waarin een nuttige grondstof zit.
- Voor het maken van een product zijn vier stappen nodig:
  - grondstoffen uit de natuur halen (winnen);
  - grondstoffen zuiveren en bewerken;
  - produceren van halffabricaten;
  - producten maken uit halffabricaten.
- Bauxiet is de grondstof voor het maken van aluminium.
- Bauxiet wordt chemisch bewerkt waarna aluminiumoxide overblijft. Van het aluminiumoxide wordt het materiaal aluminium gemaakt.
- Aluminium wordt gewalst tot een dunne aluminiumplaat: het halffabricaat.
- Uit de aluminiumplaat wordt het eindproduct gemaakt.

BEGRIPPEN

bauxiet
Erts waarin veel aluminium zit.

eindproduct
Product dat klaar is voor gebruik.

erts
Gesteente waarin een nuttige grondstof zit.

grondstof
Onbewerkt, ruw materiaal dat aan de basis staat van een productieproces.

halffabricaat
Bewerkte grondstof die geschikt is om er eindproducten van te maken.

legering
Mengsel van een metaal met een of meer andere stoffen; meestal andere metalen.

productieproces
Stappen die nodig zijn om van een grondstof tot een eindproduct te komen.

7.4 AFVAL EN MILIEU

ONTHOUD

- Het maken van producten heeft gevolgen voor het milieu.
  Je moet daarbij kijken naar:
  - het verbruik van grondstoffen;
  - het verbruik van energie;
  - het ontstaan van afvalstoffen.
- Van veel grondstoffen is een beperkte hoeveelheid beschikbaar op aarde.
- Er zijn ook hernieuwbare grondstoffen. Hiervan ontstaat steeds een nieuwe voorraad.
- Bij de productie van materialen komen schadelijke stoffen terecht in de grond, het water en de lucht.
- Koolstofdioxide uit verbrandingsgassen zorgt voor het versterkte broeikaseffect.
- Voorkom het maken van afval.
  Als dat niet kan, zorg er dan voor dat het afval nuttig gebruikt wordt.
  - Dit kan door hergebruik of recyclen.
  - Recyclen kan alleen als het afval gescheiden wordt ingeleverd.

  Als dat niet kan, dan komt verbranden met energieopwekking.
  Als ook dat niet kan, dan pas mag het afval naar een stortplaats.
- Gft betekent groente-, fruit- en tuinafval.
- Kca betekent klein chemisch afval.

BEGRIPPEN

afvalstof
Materiaal dat of stof die na afloop van het productieproces overblijft en niet nuttig kan worden (her)gebruikt.

composteren
Afbreken van plantaardig afval door wormen, schimmels en bacteriën, zodat compost overblijft.

gft (groente-, fruit- en tuinafval)
Plantaardig afval dat goed kan worden gecomposteerd.

hergebruiken
Opnieuw gebruiken van producten.

hernieuwbare grondstof
Grondstof waarvan steeds nieuwe voorraden ontstaan.

kca (klein chemisch afval)
Schadelijke en giftige stoffen die apart van het overige afval moeten worden verwerkt.

recyclen
Opnieuw gebruiken van materialen in nieuwe producten.

restafval
Afval dat niet hergebruikt of gecomposteerd kan worden.
Het wordt verbrand in een vuilverwerkingsinstallatie.

storten
Afval op een berg gooien.

versterkt broeikaseffect
Extra opwarming van de aarde door meer productie van koolstofdioxide.

7.5 MATERIALEN KIEZEN

ONTHOUD

- Elk materiaal heeft andere eigenschappen. Hierdoor gebruik je elk materiaal voor andere toepassingen.
- Als je een eindproduct wilt maken, moet je hiervoor een materiaal kiezen.
- Je kiest een materiaal dat het meest geschikt is voor het eindproduct. Daarbij let je op:
  - de eigenschappen van het materiaal;
  - de prijs van het materiaal;
  - of je gemakkelijk aan het materiaal kunt komen;
  - de invloed die de productie van dat materiaal heeft op het milieu.

BEGRIPPEN

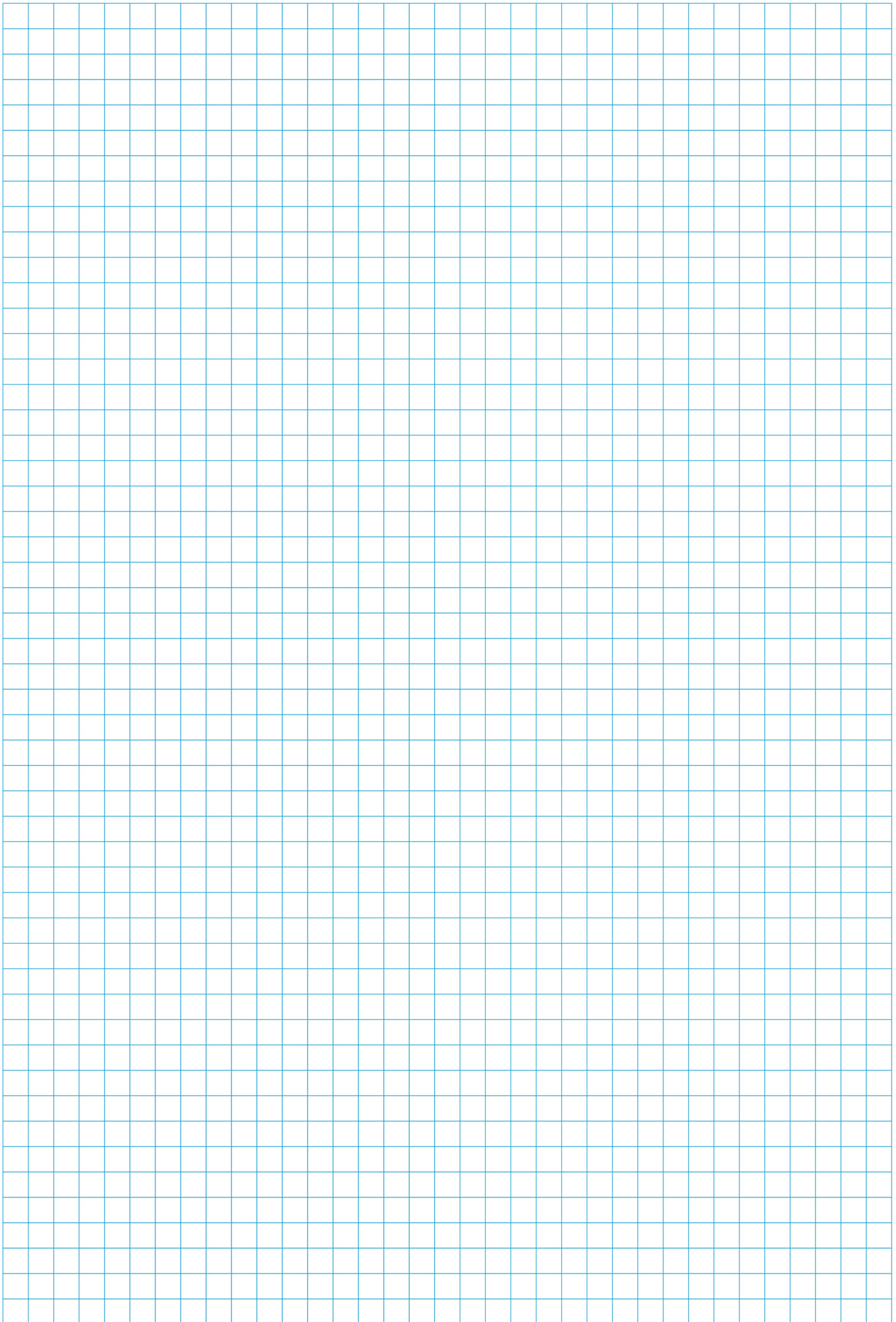
gewapend beton
Beton met stalen staven die het beton extra sterk maken.

polyester
Soort kunststof.

pvc
Soort kunststof.



Ga naar de *Flitskaarten*



8 Elektriciteit


ELEKTRISCHE ENERGIE
Elektrische apparaten hebben elektrische energie nodig om te kunnen werken. Deze elektrische energie gaat naar een apparaat via het stopcontact. Draagbare apparaten werken meestal op elektrische energie uit accu's of batterijen.

INTRODUCTIE

THEORIE

AFSLUITING




DIGITAL MULTIMETER
229
AUTO POWER OFF
10A
COM
VΩmA
AE12120
C20

Wat weet je al over elektriciteit?

LEERDOELEN

1 Je kunt de belangrijkste symbolen toepassen in een schakelschema.
2 Je kunt een aantal geleiders en isolatoren benoemen.
3 Je kunt kenmerken van serieschakelingen en parallelschakelingen benoemen.
4 Je kunt herkennen of een stroomkring onderbroken of gesloten is.
5 Je kunt de stroomsterkte meten met een stroommeter.
6 Je kunt de spanning berekenen als je batterijen in serie schakelt.
7 Je kunt benoemen welke spanning er over een stopcontact staat.

In deel 3a van Nova nask 1 heb je al een aantal dingen over elektriciteit geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig voor dit hoofdstuk. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

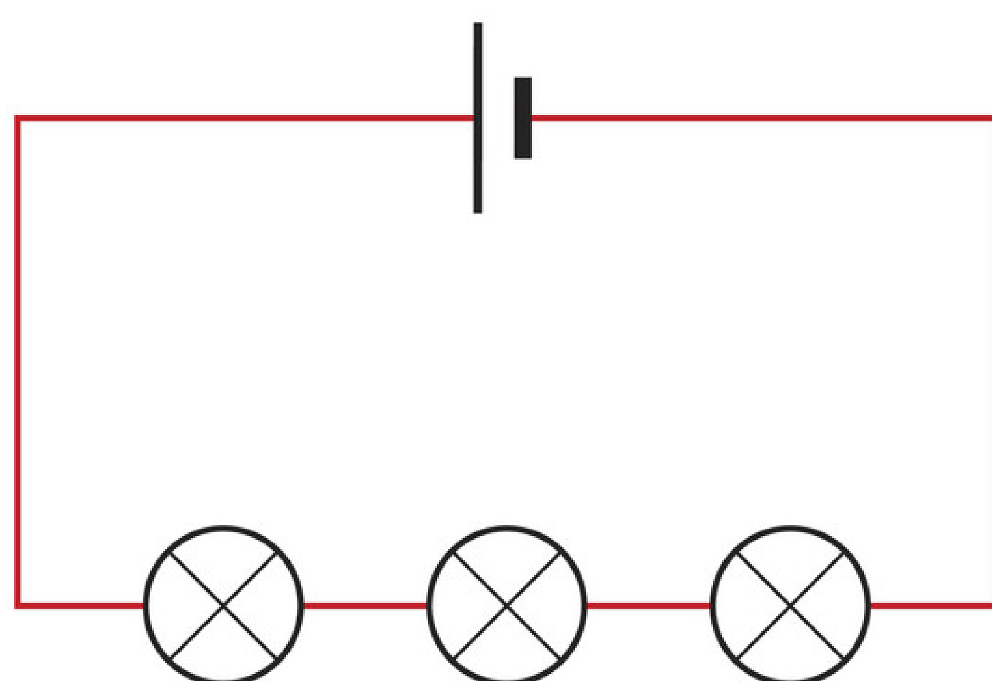
OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Koppel de juiste component aan elk symbool.

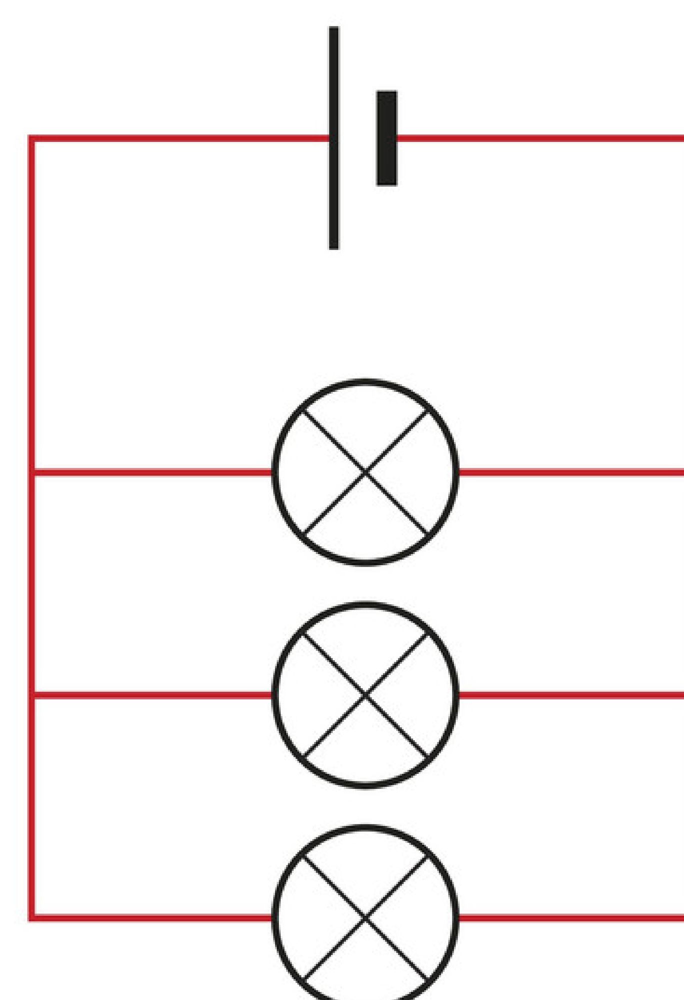
A	○	○	1 batterij
B	○	○	2 lamp
C	○	○	3 schakelaar dicht
D	○	○	4 schakelaar open
E	○	○	5 snoer

2 Kies de stoffen die elektrische stroom goed geleiden.
CHROOM / HOUT / IJZER / KUNSTSTOF / MESSING / NIKKEL / PAPIER / RUBBER

3 Kies bij elke afbeelding de juiste soort schakeling.



PARALLELSCHAKELING / SERIESCHAKELING



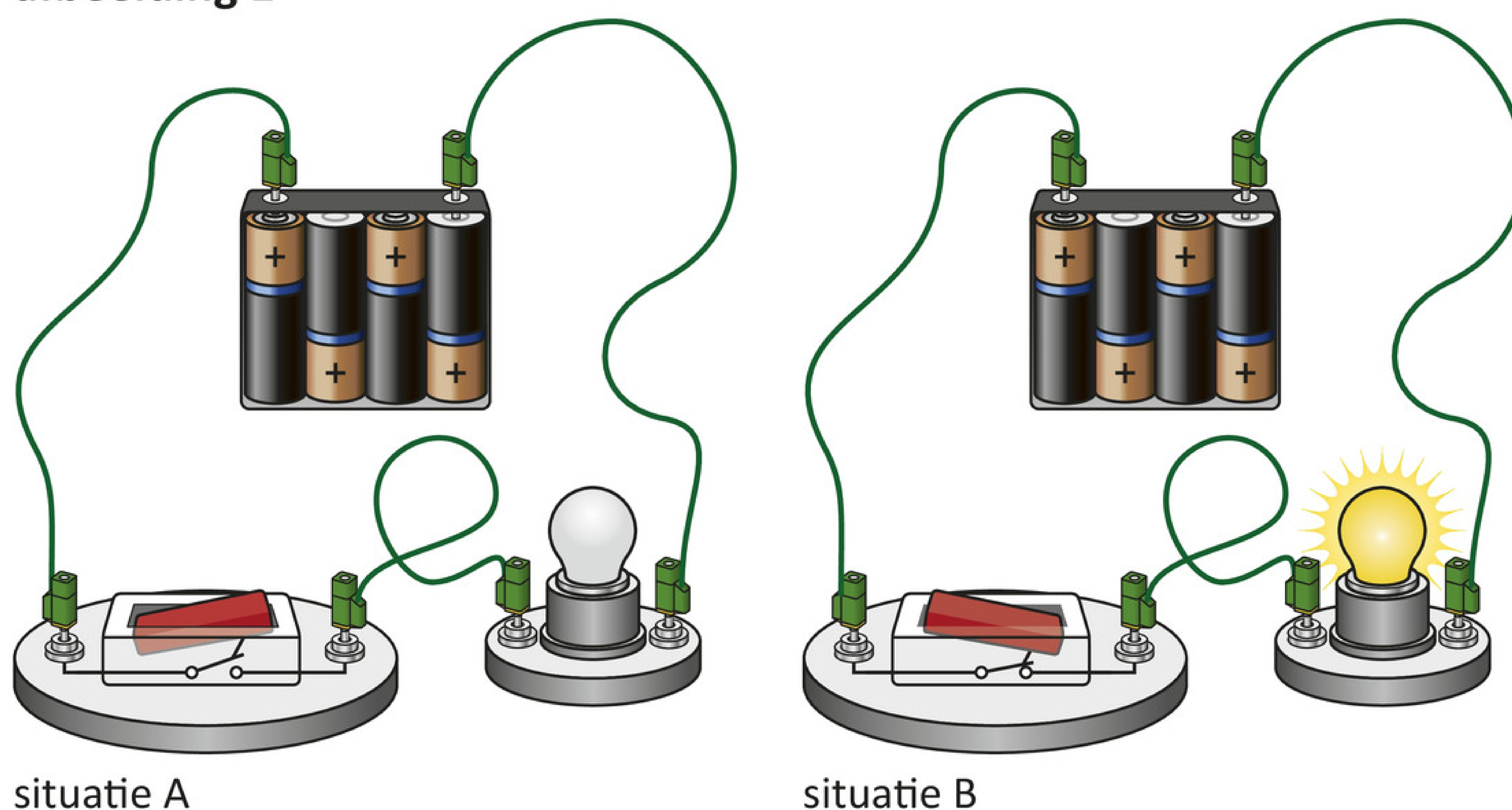
PARALLELSCHAKELING / SERIESCHAKELING

4 Vier lampen zijn in serie geschakeld.
Uit hoeveel stroomkringen bestaat deze schakeling?

- ○ A 1 stroomkring
- ○ B 2 stroomkringen
- ○ C 3 stroomkringen
- ○ D 4 stroomkringen

5 Je ziet twee keer dezelfde stroomkring.
In welke situatie is de stroomkring gesloten?
In situatie *A* / *B* is de stroomkring gesloten.

afbeelding 1



situatie A situatie B

6 Reken om.

0,002 A	=	....	mA	98 mA	=	....	A
0,238 A	=	....	mA	142 mA	=	....	A
1,3 A	=	....	mA	1670 mA=		....	A

7 Je schakelt twee batterijen van 1,5 V in serie (afbeelding 1).
Hoe groot is de spanning over de twee batterijen?

....

....

....



afbeelding 1 Twee batterijen in serie geschakeld.

8 Hoe groot is de spanning die in Nederland over een stopcontact staat?

Die spanning is .... V.



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste voorkennis voor dit hoofdstuk.

1 Elektrische stroom

LEERDOELEN

8.1.1 Je kunt uitleggen hoe elektrische stroom zich gedraagt in een schakeling.
8.1.2 Je kunt benoemen op welke plaats in een schakeling je een stroommeter plaatst.
8.1.3 Je kunt de stroomsterkte meten met een stroommeter.
8.1.4 Je kunt uitleggen waarom de stroomsterkte in een serieschakeling op alle plaatsen even groot is.
8.1.5 Je kunt de stroomsterkte in een parallelschakeling berekenen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	8.1.1	8.1.2	8.1.3	8.1.4	8.1.5	1.1.2*	1.2.1*
Onthouden	1ab	2		7			
Begrijpen	1c	4	3ab, 5, 6	8, 9		12a	11
Toepassen				10ab	12b		
Analyseren					13, 14		

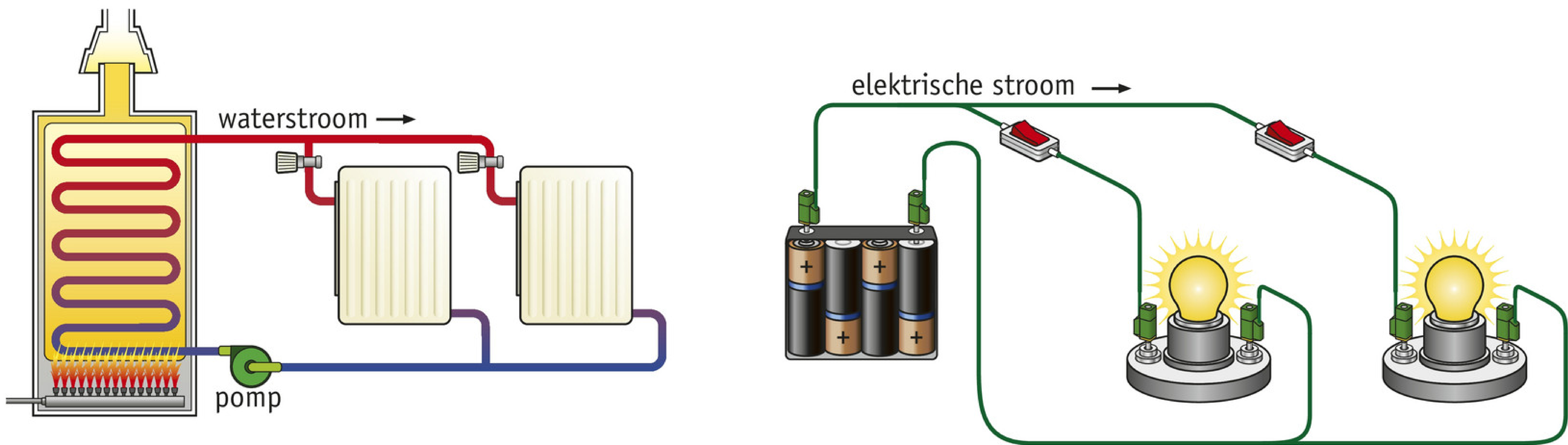
* Dit leerdoel vind je in een eerder hoofdstuk.

De elektrische stroom in een schakeling kun je meten. In een parallelschakeling loopt de stroom anders dan in een serieschakeling.

EEN ELEKTRISCHE STROOMKRING

Als je een elektrisch apparaat aanzet, maak je een **gesloten stroomkring**. De stroom loopt dan rond. Eerst gaat hij van het stopcontact naar het apparaat. Dan gaat hij door het apparaat heen. En dan weer terug naar het stopcontact.

De stroom door een stroomkring kun je goed vergelijken met de cv-installatie in een woonhuis. In een cv-installatie stroomt water in een gesloten kring rond (afbeelding 1). Een pomp zorgt voor het rondstromen van het water. Het stromende water kan worden onderbroken door een kraan in de leiding dicht te draaien.



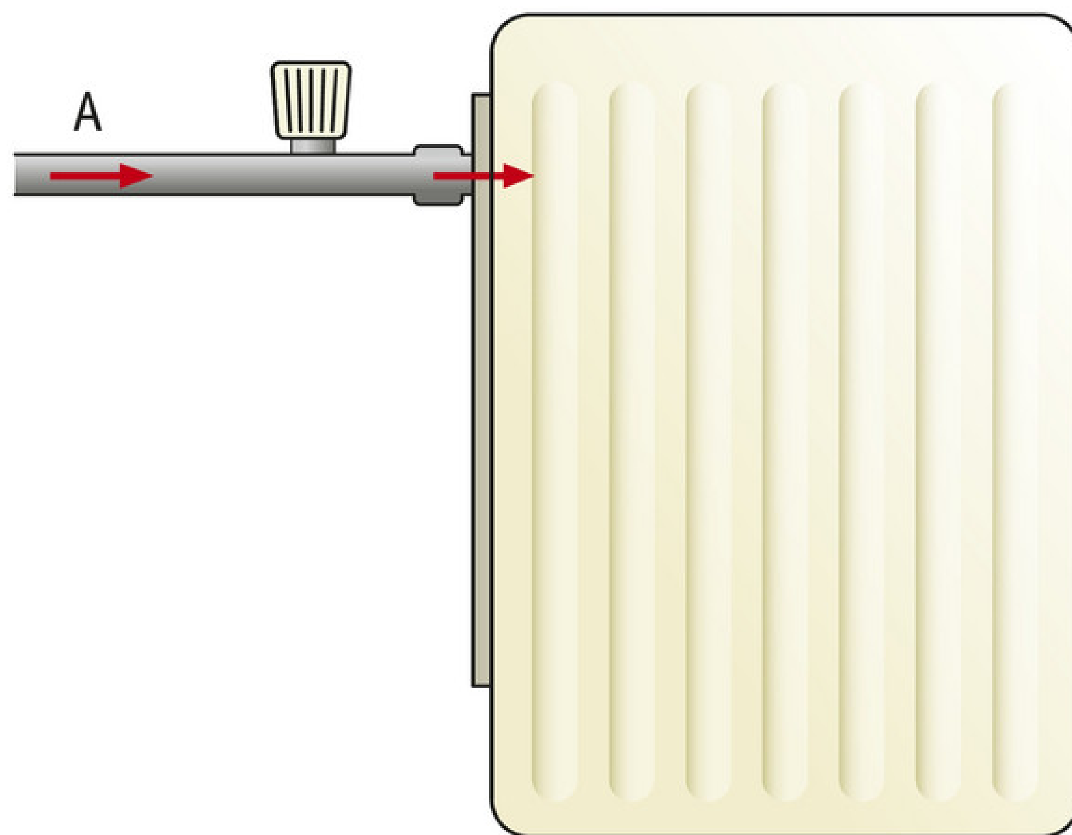
afbeelding 1 De cv-installatie als model voor een stroomkring.

In een stroomkring loopt elektrische stroom in een gesloten kring rond. Daar zorgt een **spanningsbron** voor. In afbeelding 1 zijn de batterijen de spanningsbron. Die zorgen ervoor dat de lampjes gaan branden. De stroom kan met een schakelaar aan en uit worden gezet.
Bij de cv-installatie kun je de pomp vergelijken met de spanningsbron (afbeelding 1). Met de kraan stop je de waterstroom.

DE STROOMSTERKTE METEN

Door de buizen van een cv-installatie stroomt water. Je kunt meten hoeveel liter water elke seconde op een bepaald punt voorbijkomt. In afbeelding 2 is dat bijvoorbeeld 0,1 liter water per seconde. Die 0,1 liter per seconde noem je de stroomsterkte van het water.

Bij A passeert elke seconde 0,1 liter water.

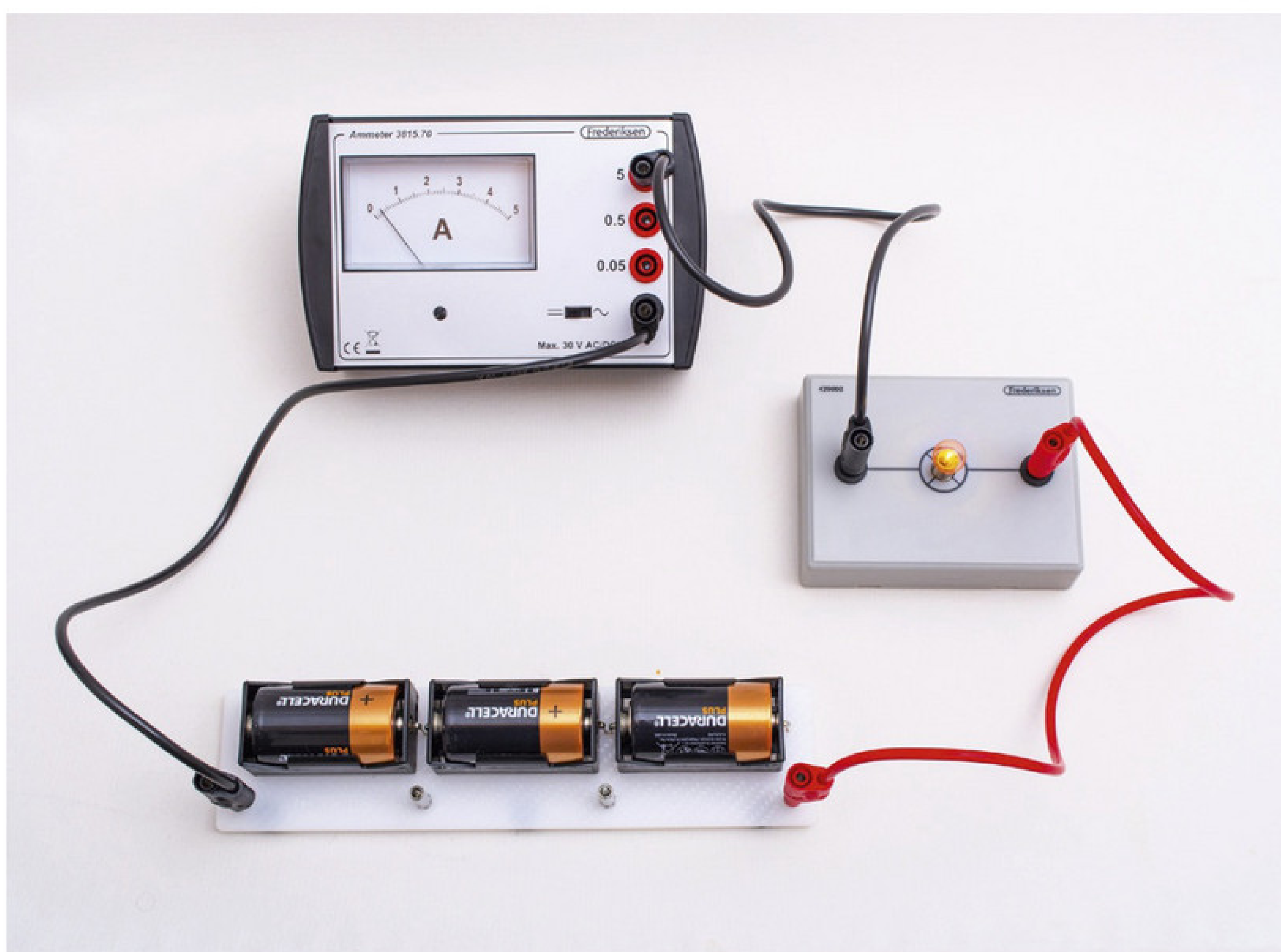


afbeelding 2 De stroomsterkte in een cv-buis.

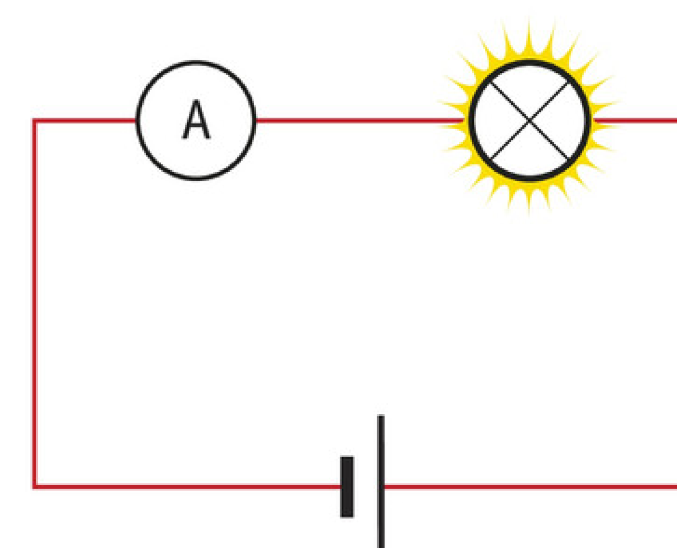
Elektrische stroom kun je ook meten. Om elektrische stroom te meten gebruik je een **stroommeter**. Een stroommeter moet je altijd in serie aansluiten. De stroommeter meet de sterkte van de stroom door de draad. De stroomsterkte geef je aan in ampère (A). Een andere naam voor stroommeter is **ampèremeter**.

In afbeelding 3a zie je de schakeling om de stroom door een lamp te meten. Afbeelding 3b is het schema van deze schakeling.

afbeelding 3 Zo meet je de stroom door een lampje.



ⓐ



ⓑ

De stroommeter heeft vier aansluitingen. De zwarte aansluiting is van de min (−). Deze gebruik je altijd. De rode aansluitingen zijn van de plus (+).
Je kunt kiezen uit drie aansluitingen:

- van 0 A tot 5 A;
- van 0 A tot 0,5 A;
- van 0 A tot 0,05 A.

Je kiest altijd eerst de bovenste aansluiting als je gaat meten. Als de wijzer dan maar een heel klein beetje uitslaat, kies je de middelste aansluiting. Slaat de meter dan nog niet ver genoeg uit, dan kies je de onderste aansluiting.

Bij het aflezen van de meter kijk je naar de bijbehorende schaalverdeling. Door het lampje in afbeelding 3 loopt bijvoorbeeld een stroomsterkte van 0,2 A.
Dat kun je het nauwkeurigst aflezen als je voor de aansluiting 0 tot 0,5 A hebt gekozen.

1 Het rondlopen van een elektrische stroom kun je vergelijken met het stromen van water door een cv-installatie.

a Wat is de 'pomp' in een elektrische stroomkring? de ....

b Wat zijn de 'kranen' in een elektrische stroomkring? de ....

c Wat zijn de 'buizen' in een elektrische stroomkring? de ....

2 Wat meet je met een stroommeter?

Met een stroommeter meet je de ....

3 De stroommeter in afbeelding 4 geeft de stroomsterkte door een lampje aan.

a Op welke schaal moet je de meter aflezen?

○ A op de schaal van 5 A
○ B op de schaal van 0,5 A
○ C op de schaal van 0,05 A

b Hoe groot is de stroom door het lampje? ....

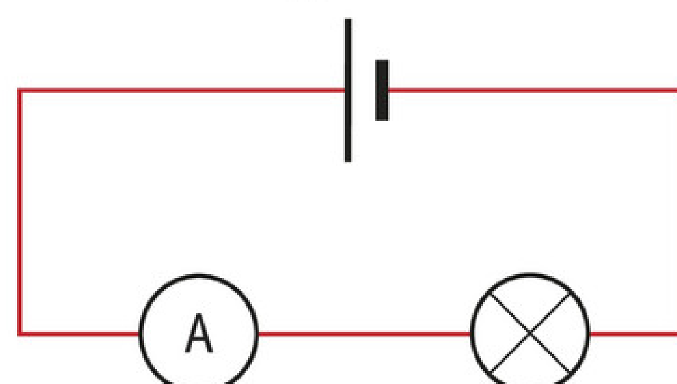


afbeelding 4 Stroom meten door een lampje.

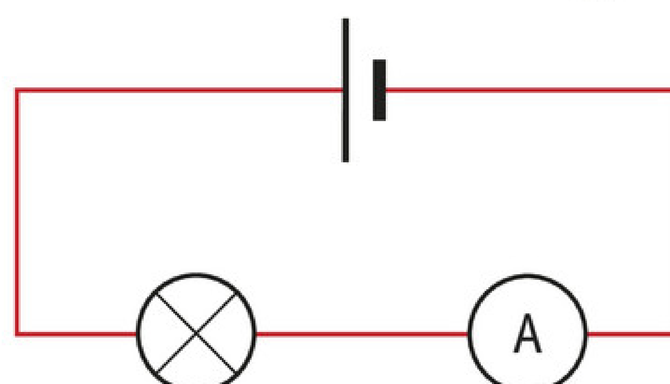
4 Joshua heeft vier manieren bedacht om de stroomsterkte door een lampje te meten (afbeelding 5).
Kies de twee schakelingen waarbij de stroommeter juist is aangesloten.

- ☐ A schakeling a
- ☐ B schakeling b
- ☐ C schakeling c
- ☐ D schakeling d

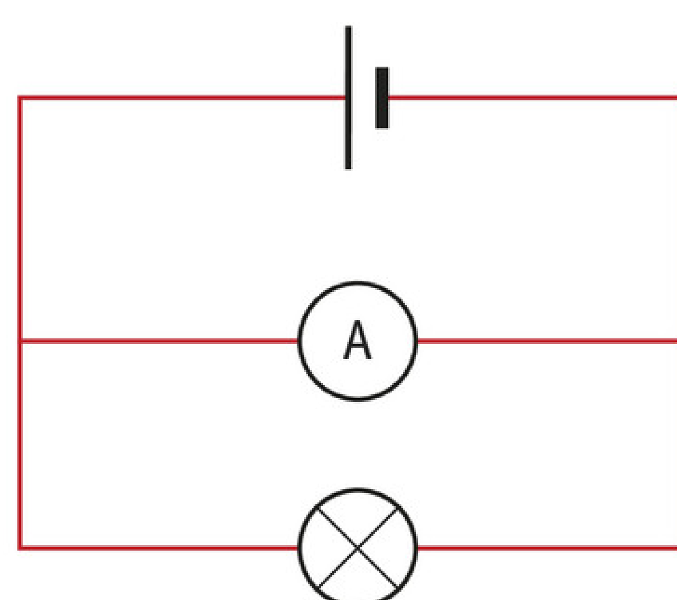
afbeelding 5 Hoe meet je de stroom door het lampje?



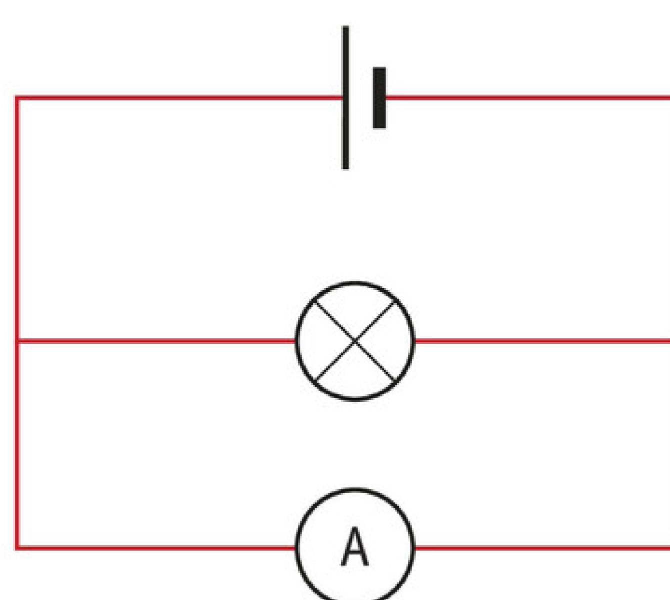
a



b



c



d

5 Reken om.

3,4 A = ... mA

0,18 A = ... mA

0,023 A = ... mA

6 Reken om.

4500 mA = ... A

700 mA = ... A

56 mA = ... A

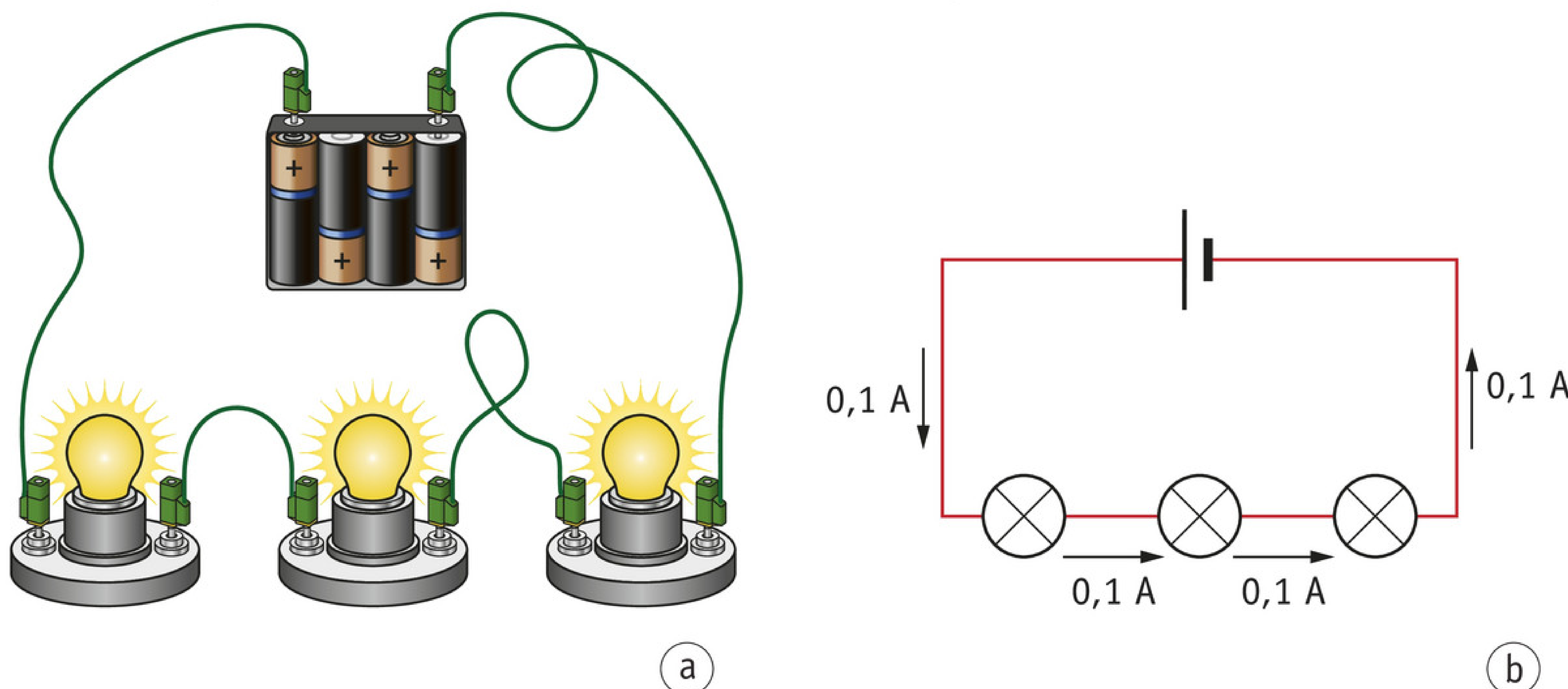
DE STROOMSTERKTE IN EEN SERIESCHAKELING

In een **serieschakeling** kan de stroom maar één weg volgen. De stroomsterkte is overal even groot. Dat kun je weer vergelijken met de cv-installatie. Als er aan de ene kant van een buis 0,1 liter water per seconde binnenstroomt, dan moet er aan de andere kant ook weer 0,1 liter water per seconde uitstromen. Het water kan nergens anders heen. En onderweg verdwijnt er geen water.

Zo zit dat ook met de elektrische stroom die door een serieschakeling loopt. Als je links van een lampje een stroom meet van 0,1 A, dan meet je ook rechts van het lampje een stroom van 0,1 A. De stroomsterkte is overal even groot (afbeelding 6). De pijltjes geven de richting van de stroom aan.

In afbeelding 6 loopt de stroom van de plus naar de min van een batterij. Dat is altijd zo. In elke schakeling loopt de stroom van de plus naar de min.

afbeelding 6 De stroomsterkte is overal even groot.



PROEF 1 DE STROOMSTERKTE IN EEN SERIESCHAKELING METEN

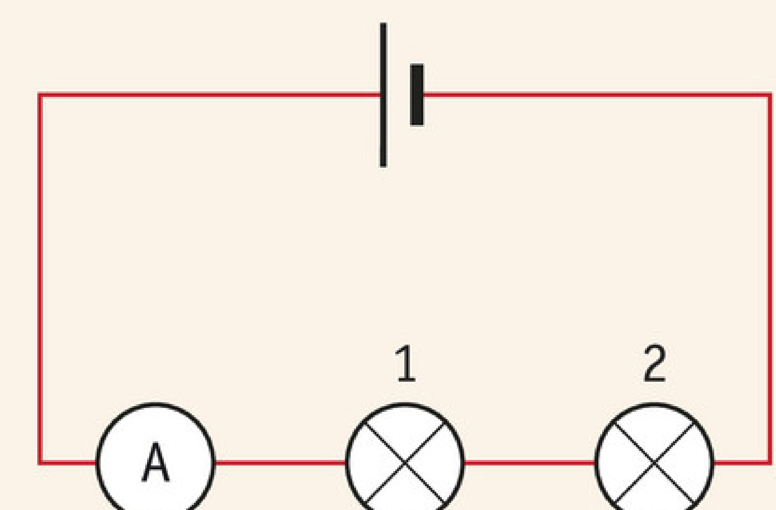
40 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ batterijhouder met 4 oplaadbare batterijen
- ☐ 2 lampjes (6 V)
- ☐ 2 fittingen
- ☐ 4 snoeren
- ☐ stroommeter

Uitvoering

- Schakel de twee batterijhouders in serie.
- Maak de schakeling van afbeelding 7.
- Zorg ervoor dat de stroommeter tussen de plus van de batterijhouder en lampje 1 in staat.
- Kijk hoe groot de stroomsterkte is.
- Kies de meest geschikte aansluiting voor de plus.



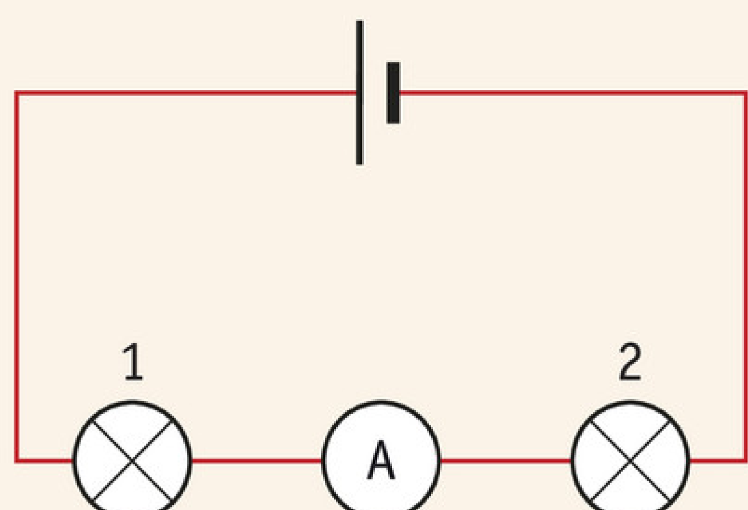
afbeelding 7 Het eerste schakelschema van proef 1.

Tip: wissel de twee aansluitdraden om als de wijzer van de stroommeter naar de verkeerde kant uitslaat.

1 Lees de stroomsterkte nauwkeurig af en noteer deze.

De stroomsterkte is .... A.

- Maak de schakeling van afbeelding 8.
- Zorg ervoor dat de stroommeter tussen beide lampjes in staat.

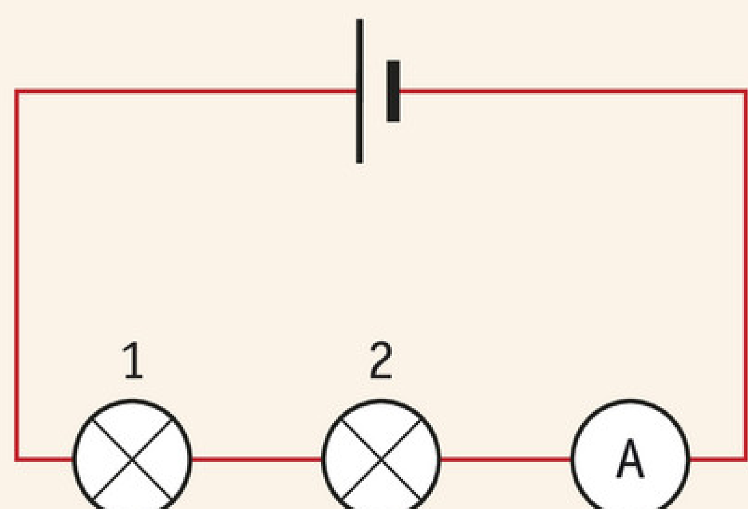


afbeelding 8 Het tweede schakelschema van proef 1.

2 Lees de stroomsterkte opnieuw nauwkeurig af.

De stroomsterkte is .... A.

- Maak de schakeling van afbeelding 9.
- Zorg ervoor dat de stroommeter tussen lampje 2 en de min van de batterijhouder in staat.



afbeelding 9 Het derde schakelschema van proef 1.

3 Lees de stroomsterkte opnieuw nauwkeurig af.

De stroomsterkte is .... A.

4 Vergelijk de drie stroomsterktes die je hebt gemeten.
Welke conclusie kun je nu trekken?

De stroomsterkte in een serie schakeling is in de hele stroomkring ....

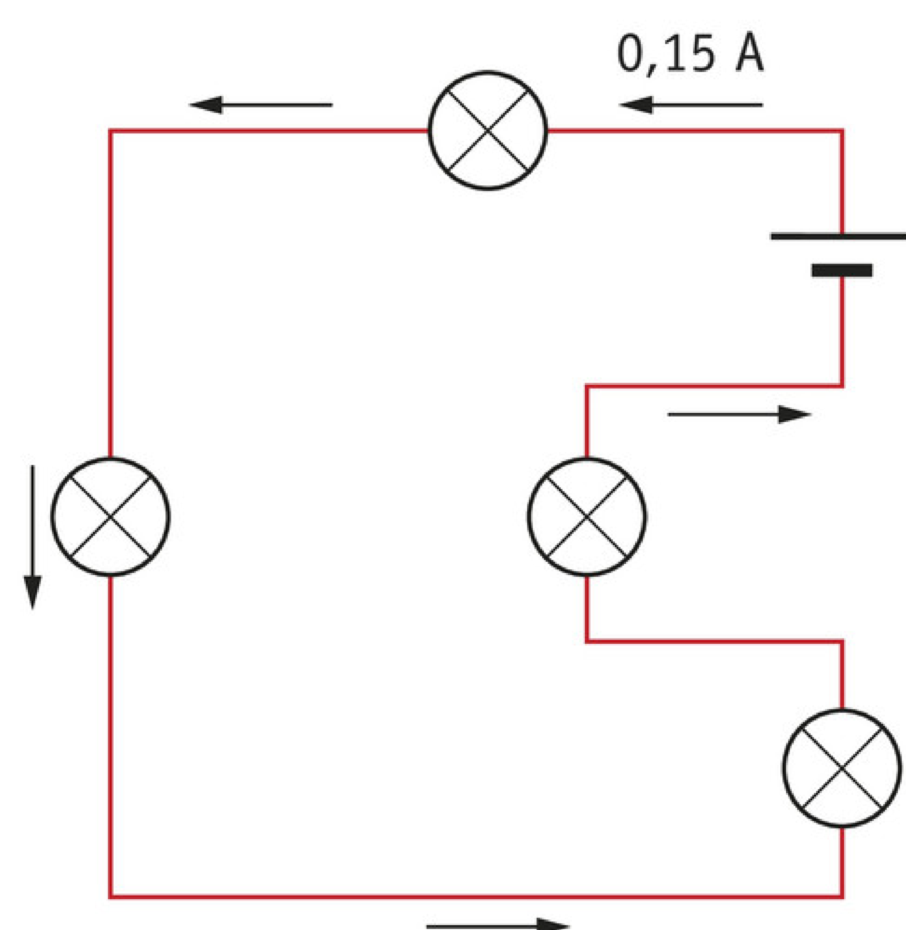
....

- Ruim alles netjes op.

7 De stroomsterkte in een serieschakeling is in de hele schakeling *ANDERS* / *GELIJK*.

8 Kies de juiste woorden.
De stroom die een serieschakeling ingaat, is *GROTER DAN* / *EVEN GROOT ALS* / *KLEINER DAN* de stroom die de schakeling uitgaat.
In de schakeling verlies je *WEL* / *GEEN* stroom.

9 In afbeelding 10 zie je een schakelschema met vier lampjes. De stroomsterkte tussen de batterij en het eerste lampje staat boven het pijltje. Het pijltje geeft de stroomrichting aan.
Noteer bij de andere pijltjes hoe groot de stroomsterkte op die plek is.

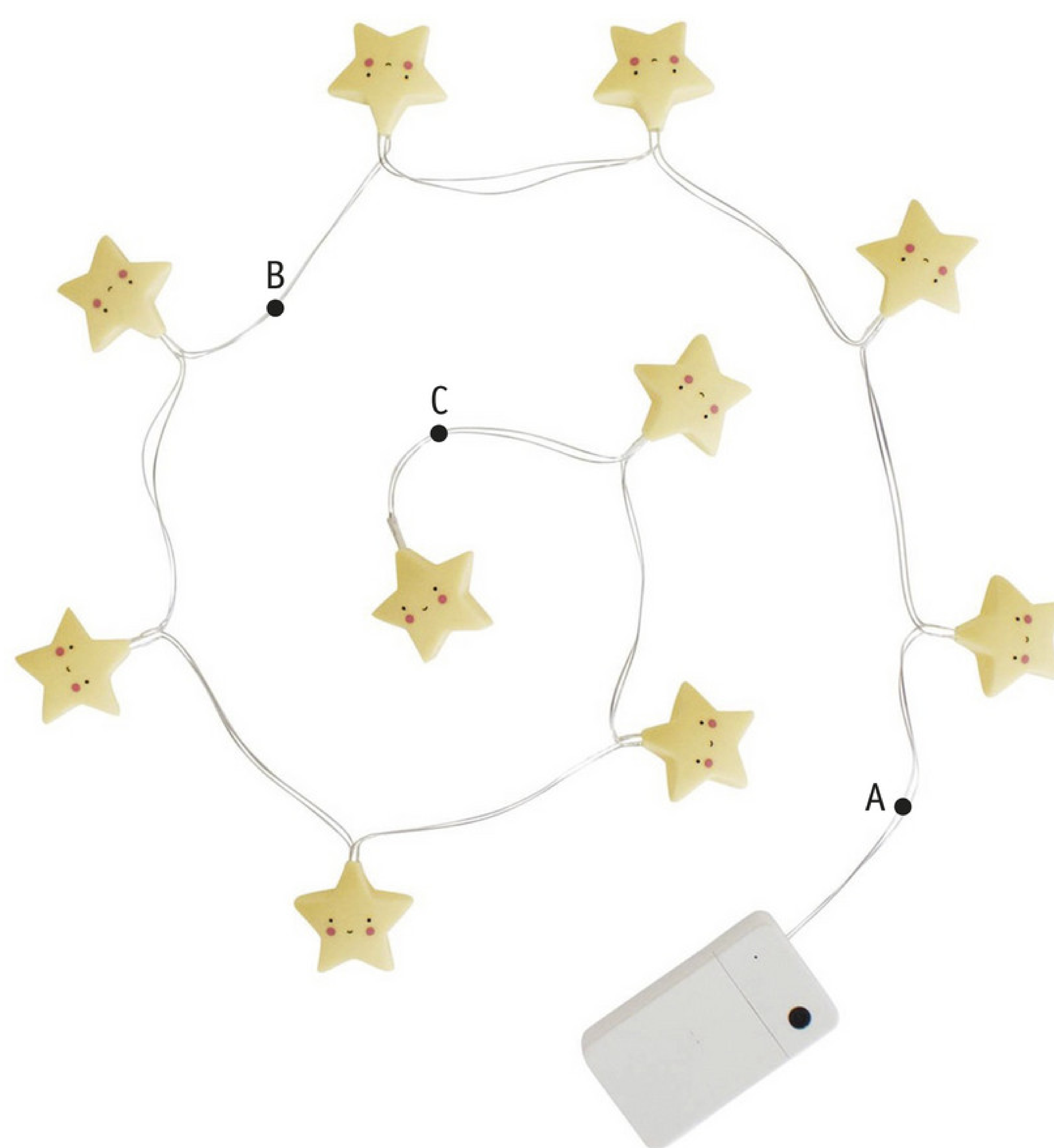


afbeelding 10 Een schakeling met vier lampjes.

10 Daisy heeft voor haar verjaardag een kerstslinger gekregen (afbeelding 11). De tien lampjes in de slinger zijn in serie geschakeld.
Als Daisy de lampjes aanzet, loopt er een stroom van 200 mA door punt A.

a Hoe groot is de stroomsterkte door punt B?
- ○ A 20 mA
- ○ B 180 mA
- ○ C 200 mA

b Hoe groot is de stroomsterkte door punt C?
- ○ A 20 mA
- ○ B 180 mA
- ○ C 200 mA



afbeelding 11 Een kerstslinger met tien lampjes.

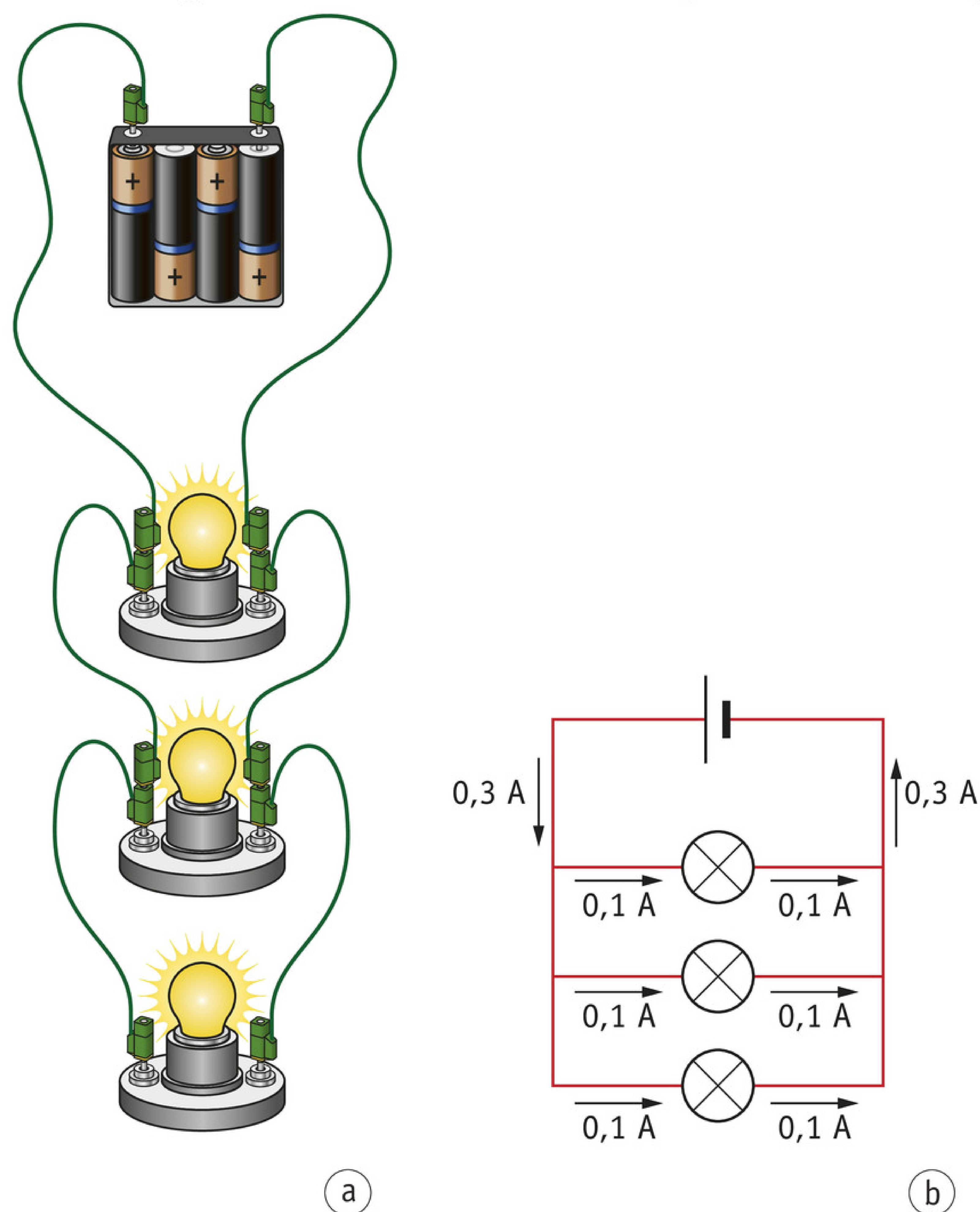
DE STROOMSTERKTE IN EEN PARALLELSCHAKELING

Een **parallelschakeling** heeft meer dan één stroomkring. Die stroomkringen noem je vertakkingen. De stroom kan dus meer dan één kant op (afbeelding 12). Door elke vertakking loopt een stroom met een bepaalde sterkte. Wil je de **totale stroomsterkte** door de schakeling weten? Dan moet je de stroomsterktes in alle vertakkingen bij elkaar optellen. De totale stroomsterkte verdeelt zich dus over de vertakkingen.

Voor de stroomsterkte in een parallelschakeling met drie vertakkingen schrijf je deze rekenregel als volgt:

totale stroomsterkte = stroomsterkte 1 + stroomsterkte 2 + stroomsterkte 3

afbeelding 12 Stroomsterktes in een parallelschakeling.



VOORBEELDOPDRACHT 1

In afbeelding 13 zijn drie elektrische apparaten op het stopcontact aangesloten. Bereken de totale stroomsterkte.

gegeven	stroomsterkte 1 = 2 A
	stroomsterkte 2 = 3 A
	stroomsterkte 3 = 8 A
gevraagd	totale stroomsterkte = ? A
uitwerking	totale stroomsterkte = stroomsterkte 1 + stroomsterkte 2 + stroomsterkte 3
	totale stroomsterkte = 2 + 3 + 8 = 13 A

De totale stroomsterkte is dus 13 A.



afbeelding 13 Hoe groot is de totale stroomsterkte?

PROEF 2 DE STROOMSTERKTE IN EEN PARALLELSCHAKELING METEN

40 minuten

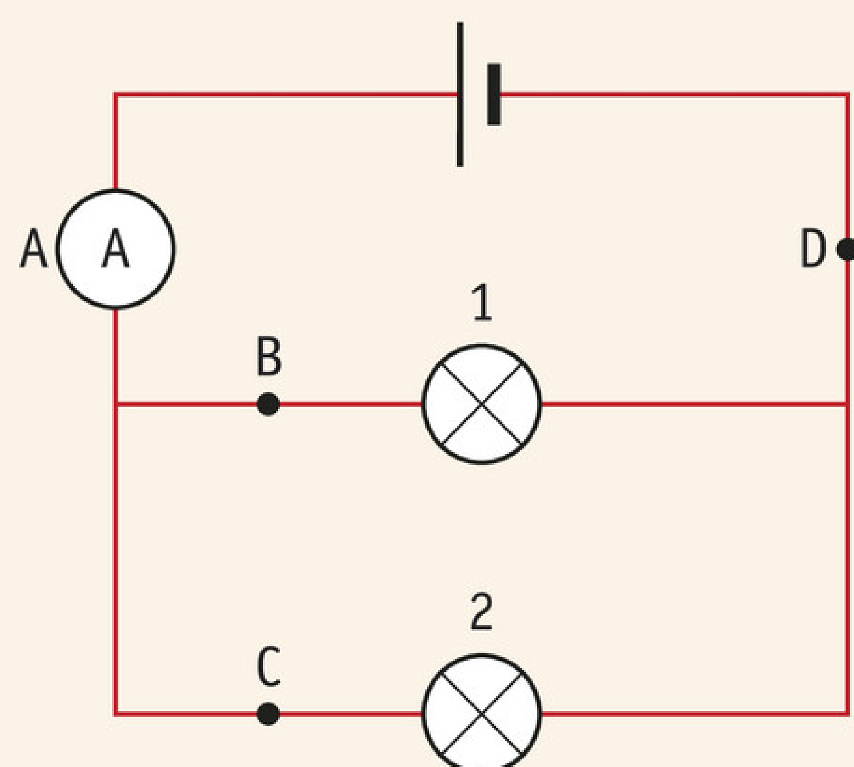
Wat je nodig hebt

- ☐ batterijhouder met 4 oplaadbare batterijen
- ☐ 2 gelijke lampjes (6 V)
- ☐ 2 fittingen
- ☐ 5 snoeren
- ☐ stroommeter

Uitvoering

- Maak de schakeling van afbeelding 14.
- Kies op de stroommeter de meest geschikte aansluiting voor de plus.

Tip: wissel de twee aansluitdraden om als de wijzer van de stroommeter naar de verkeerde kant uitslaat.



afbeelding 14 Het schakelschema van proef 2.

- Lees de stroomsterkte af.

1 Noteer de stroomsterkte bij A in tabel 1.

- Vervang de stoommeter en de twee snoeren in A door één snoer.
- Verplaats de stroommeter naar B.
- Lees de stroomsterkte af.

2 Noteer de stroomsterkte bij B in tabel 1.

- Verplaats de stroommeter naar C.
- Lees de stroomsterkte af.

3 Noteer de stroomsterkte bij C in tabel 1.

- Verplaats de stroommeter naar D.
- Lees de stroomsterkte af.

4 Noteer de stroomsterkte bij D in tabel 1.

tabel 1 De meetgegevens van proef 2.

plaats stroommeter	stroomsterkte (A)
A	
B	
C	
D	

5 Bij plaats A en D heb je de totale stroomsterkte gemeten.
Hoe groot is de totale stroomsterkte?

De totale stroomsterkte is .... A.

6 Hoe groot is de stroomsterkte door lampje 1?

De stroomsterkte door lampje 1 is .... A.

7 Hoe groot is de stroomsterkte door lampje 2?

De stroomsterkte door lampje 2 is .... A.

8 Hoe groot is de stroomsterkte door lampje 1 en 2 samen?

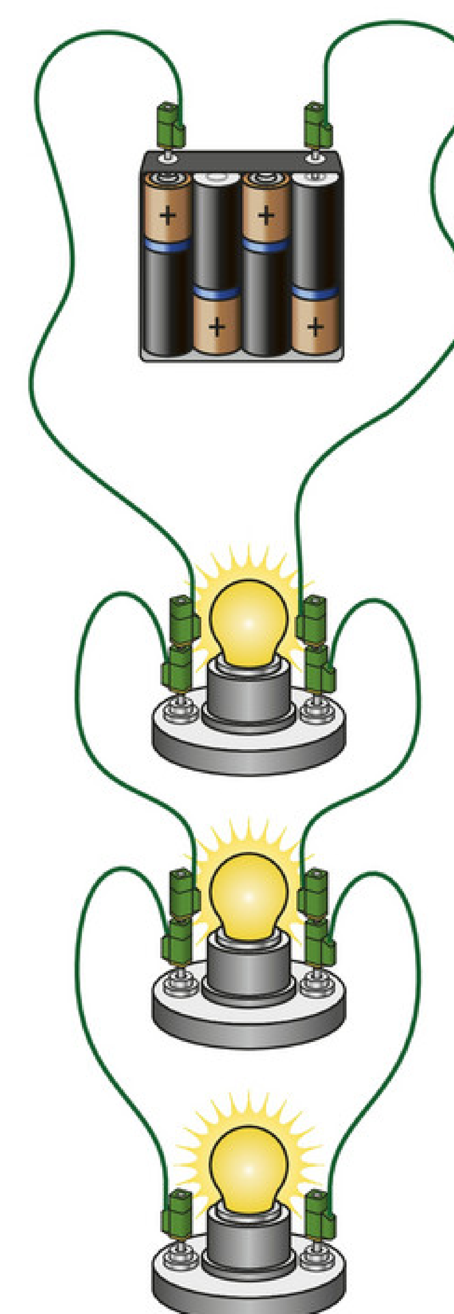
De stroomsterkte is .... A + ... A =
.... A.

9 Welke conclusie kun je uit deze proef trekken?
Je kunt de totale stroomsterkte vinden door de stroomsterkte van de twee vertakkingen *BIJ ELKAAR OP TE TELLEN / VAN ELKAAR AF TE TREKKEN*.

- Ruim alles netjes op.

11 De schakeling in afbeelding 15 heeft drie vertakkingen.
Eén lamp gaat kapot.

Hoeveel gesloten stroomkringen zijn er dan? ....



afbeelding 15 Stroomsterktes in een parallelschakeling.

12 Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*.

a Welke vier apparaten zijn aangesloten op de spanningsbron in de schakeling van afbeelding 16?

Apparaat 1 is een ....

Apparaat 2 is een ....

Apparaat 3 is een ....

Apparaat 4 is een ....

b Hoe groot is de totale stroomsterkte door de schakeling?

gegevens stroomsterkte 1 = ...

stroomsterkte 2 = ...

stroomsterkte 3 = ...

stroomsterkte 4 = ...

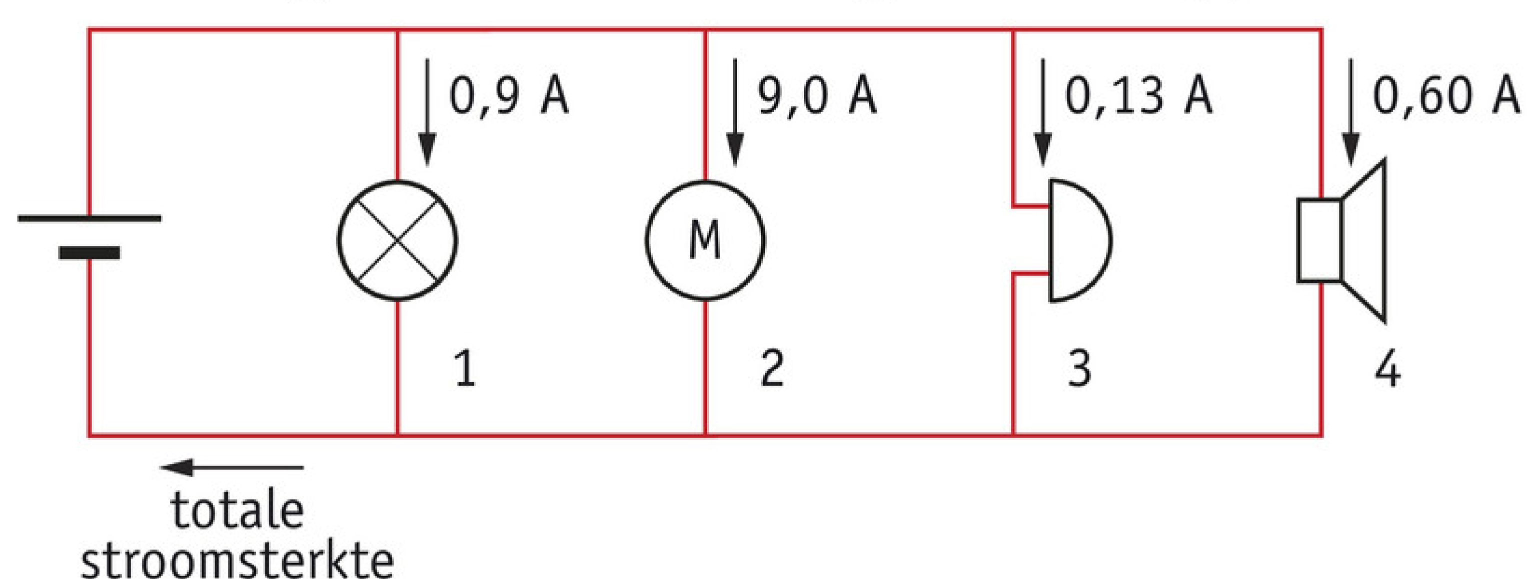
gevraagd totale stroomsterkte = ?

uitwerking totale stroomsterkte = stroomsterkte 1 + stroomsterkte 2 + stroomsterkte 3 + stroomsterkte 4

totale stroomsterkte = ... + ... + ... +

.... = ...

afbeelding 16 Een schakeling met vier apparaten.



★ 13

Jorien en Salim doen een proef. Ze moeten op verschillende plaatsen in de schakeling van afbeelding 17 de stroomsterkte meten. Ze treuzelen een beetje en praten veel met elkaar. Als de les voorbij is, zien ze dat ze een meting zijn vergeten.
Help Jorien en Salim en bereken de stroomsterkte door lampje 2.

gegevens stroomsterkte lampje 1 = ...

stroomsterkte lampje 3 = ...

totale stroomsterkte = ...

gevraagd stroomsterkte 2 = ?

uitwerking totale stroomsterkte = ... + ...

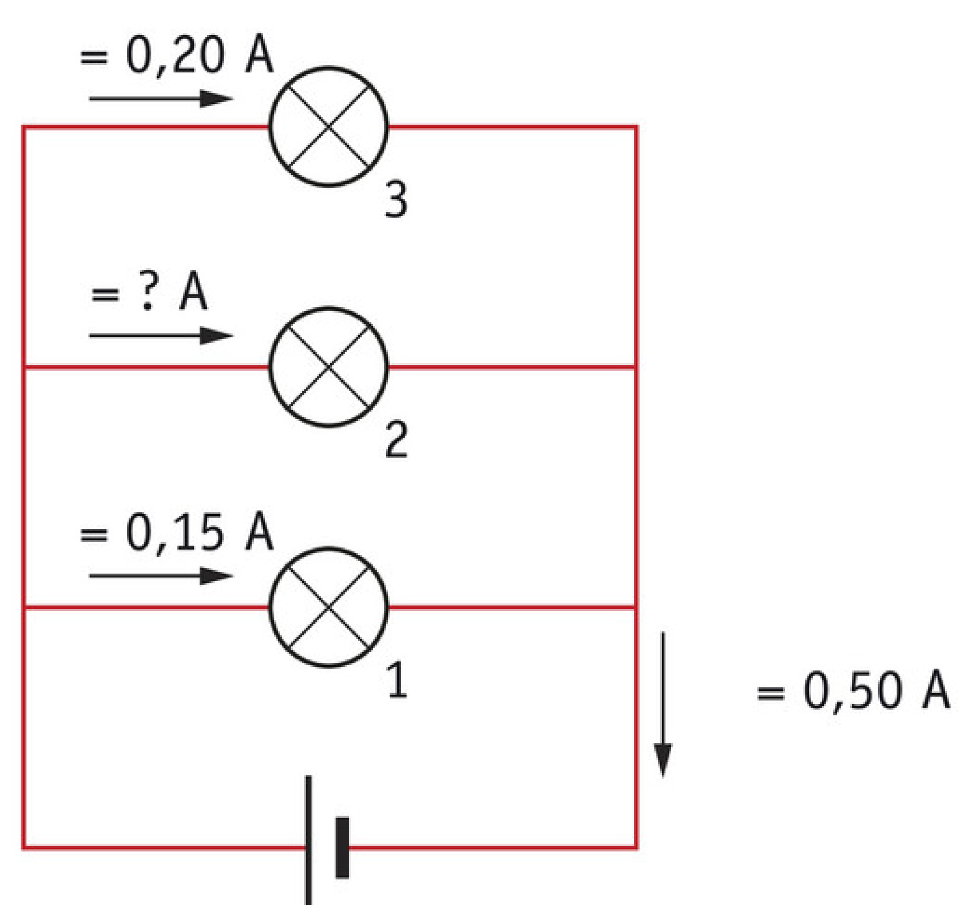
\+ ....

stroomsterkte 2 = totale stroomsterkte − ....

− ....

stroomsterkte 2 = ... − .... − ....

= ....

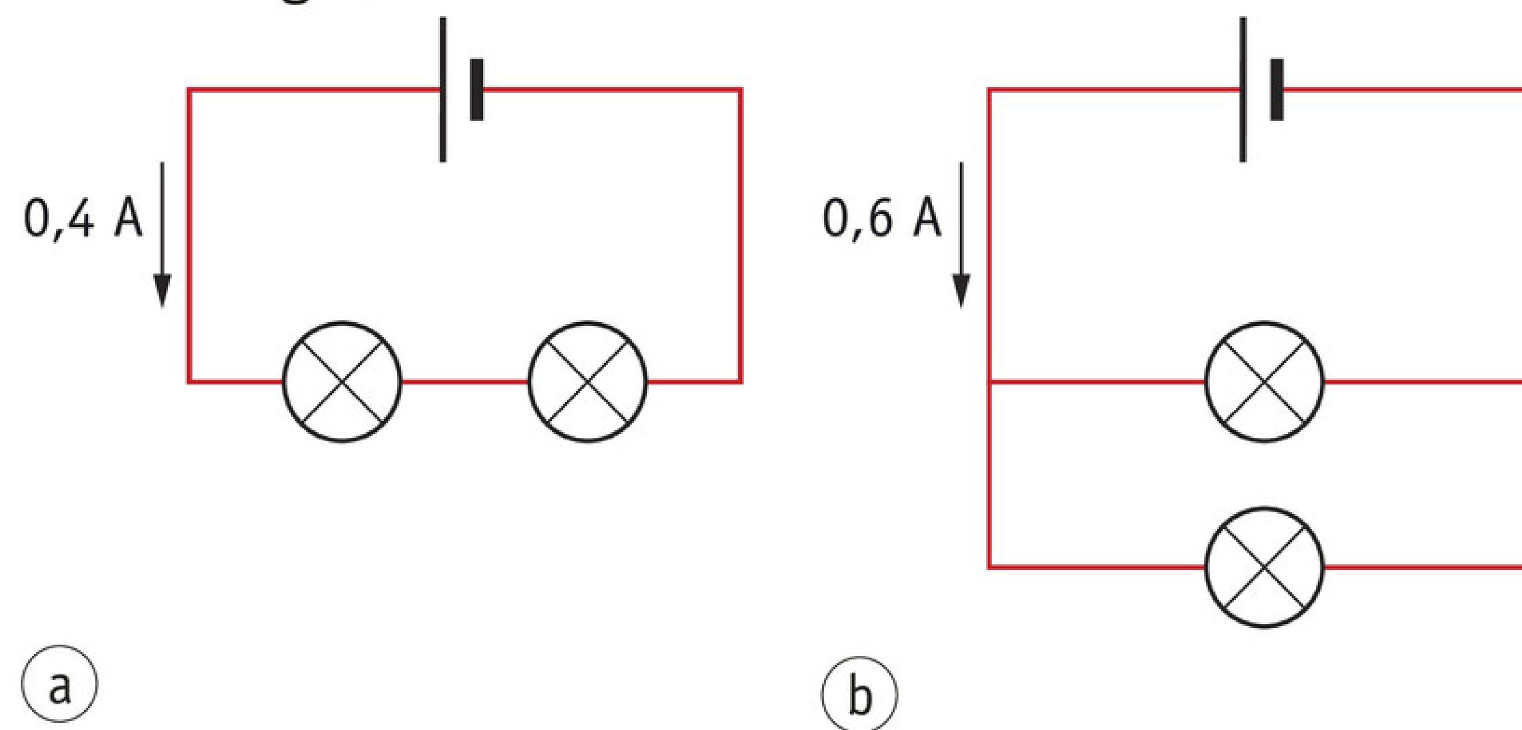


afbeelding 17 Vergeten de stroomsterkte door vertakking 2 te meten!

★ **14** Sergei heeft twee schakelingen gemaakt (afbeelding 18). Hij meet in beide schakelingen de totale stroomsterkte. De lampjes in de schakelingen zijn allemaal gelijk.
In welke schakeling is de stroomsterkte door de lampjes het grootst?

In schakeling *A* / *B*, want in schakeling a is de stroomsterkte .... A door elk lampje en in schakeling b is de stroomsterkte .... A door elk lampje.

afbeelding 18 De totale stroomsterkte in twee schakelingen.



ONTHOUD

Een stroommeter meet de sterkte van de stroom door een schakeling.
De stroomsterkte wordt aangegeven in ampère (A).
Een stroommeter sluit je altijd in serie aan.

De stroomsterkte in een serieschakeling is overal even groot.

De totale stroomsterkte in een parallelschakeling verdeelt zich over de vertakkingen.
De totale stroomsterkte in een parallelschakeling bereken je door de stroomsterktes die door de vertakkingen gaan, bij elkaar op te tellen.
Dit kun je opschrijven met de formule:
totale stroomsterkte = stroomsterkte 1 + stroomsterkte 2 + stroomsterkte 3



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Spanning

LEERDOELEN

8.2.1 Je kunt benoemen op welke plaats in een schakeling je een spanningsmeter plaatst.
8.2.2 Je kunt de spanning meten met een spanningsmeter.
8.2.3 Je kunt uitleggen waarom de spanning in een parallelschakeling op alle plaatsen even groot is.
8.2.4 Je kunt uitleggen dat de spanning zich verdeelt in een serieschakeling.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	8.2.1	8.2.2	8.2.3	8.2.4	8.1.2*	1.1.2*
Onthouden		1		9a		
Begrijpen	2	4ab	5, 6	8ab, 10a		10c
Toepassen	3b		7	9b, 10b	3a	
Analyseren				9c		

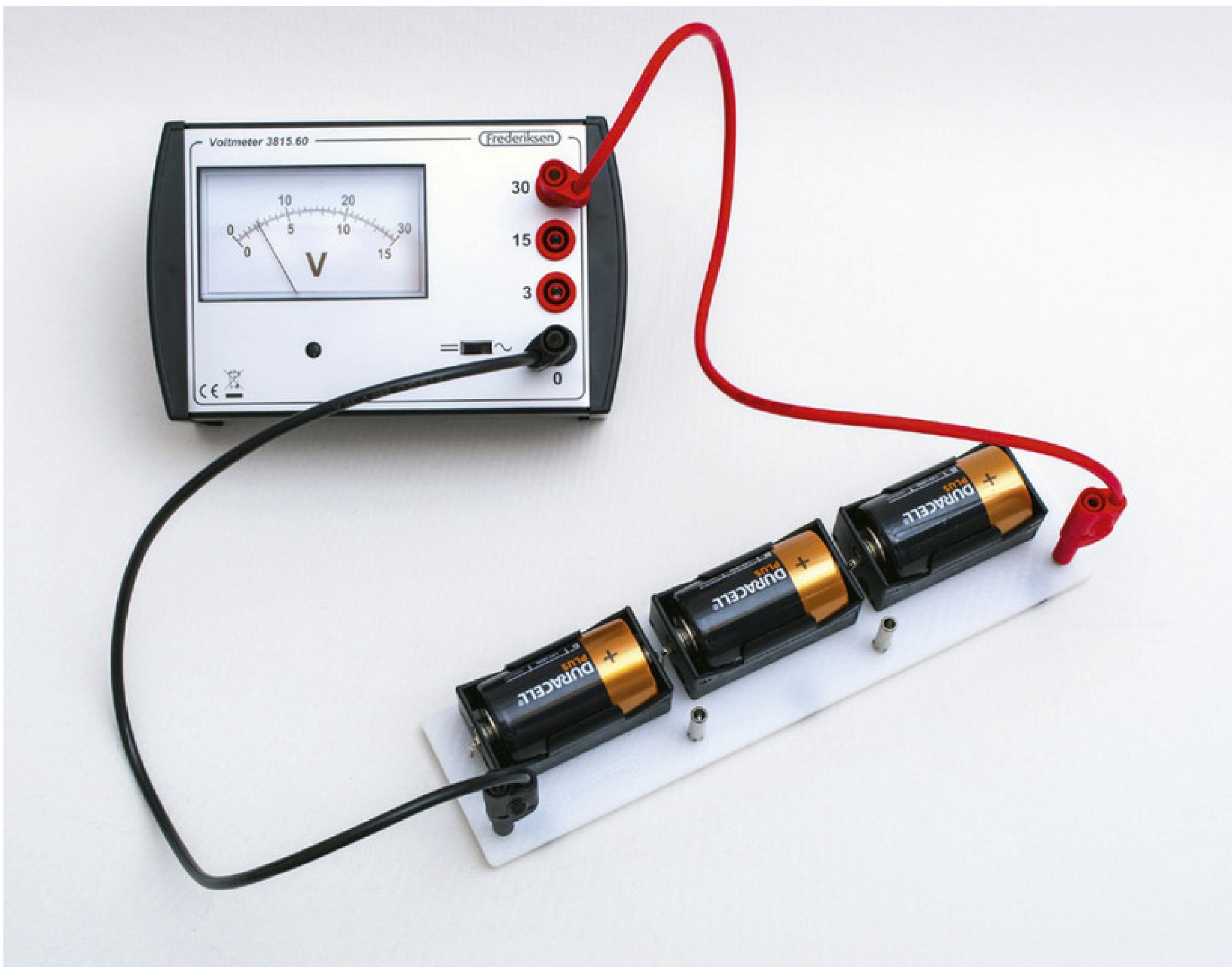
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf of eerder hoofdstuk.

Een oplader steek je in het stopcontact. De spanning over het stopcontact is 230 V. Een batterij heeft een veel lagere spanning.

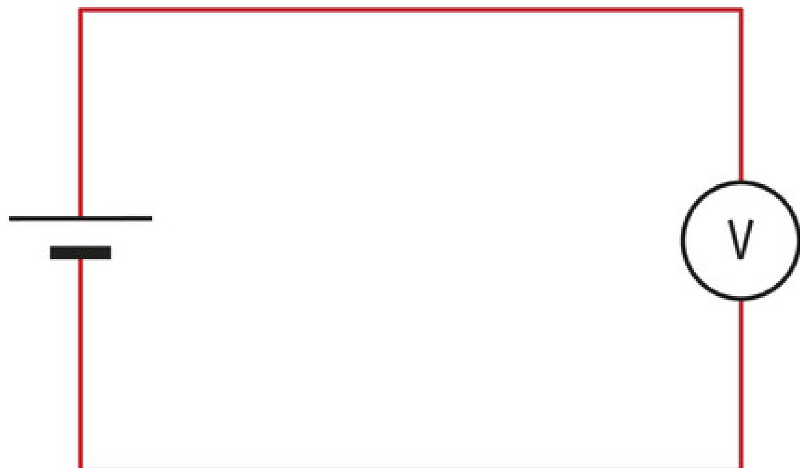
SPANNING METEN

Om elektrische spanning te meten, gebruik je een **spanningsmeter**. In afbeelding 1a is een spanningsmeter aangesloten op een batterij. De spanningsmeter meet nu de spanning over de batterij. In afbeelding 1b staat het schakelschema dat hierbij hoort. Spanning geef je aan in volt (V). Een andere naam voor spanningsmeter is **voltmeter**.

afbeelding 1 Schakeling om de spanning over een batterij te meten.



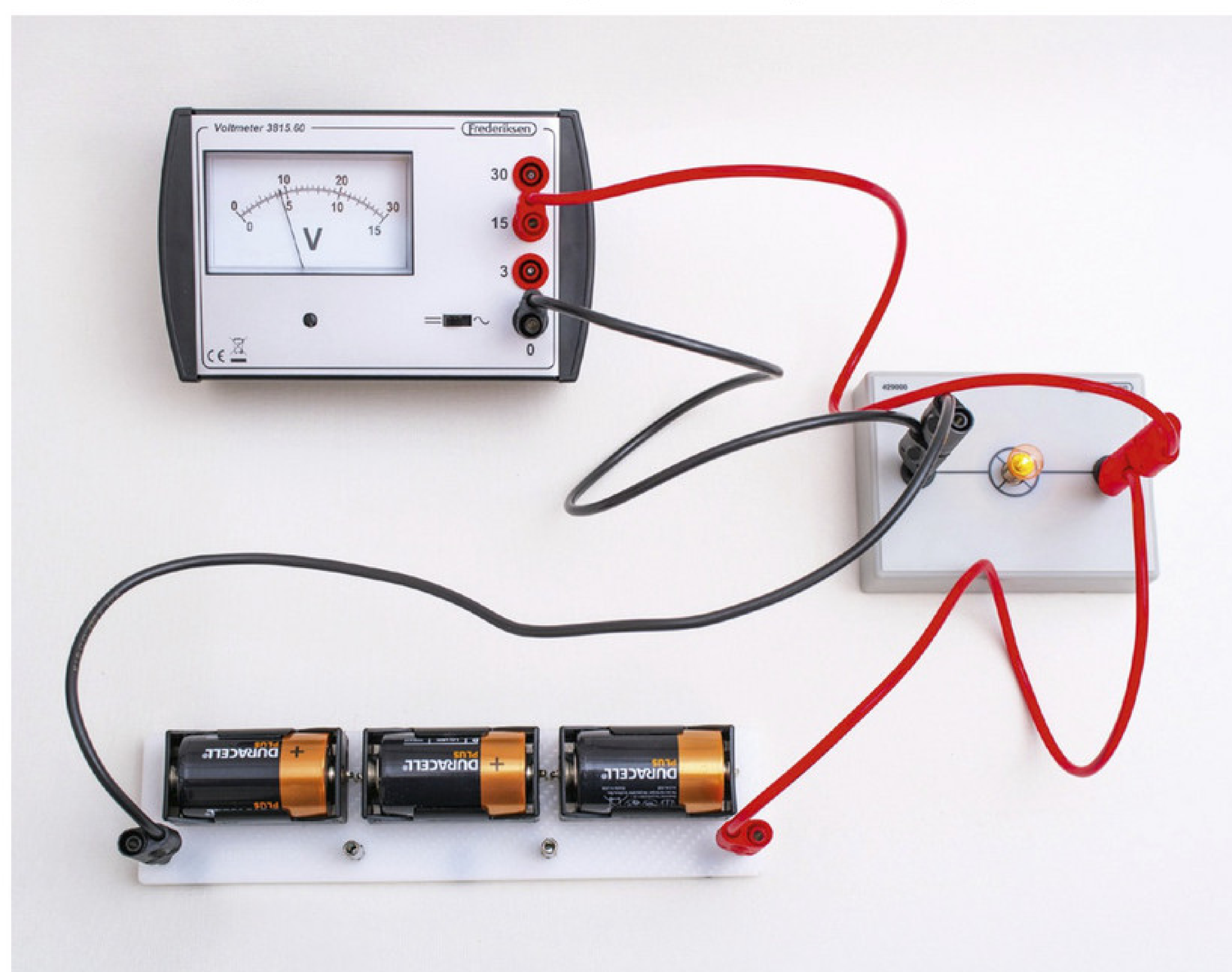
ⓐ



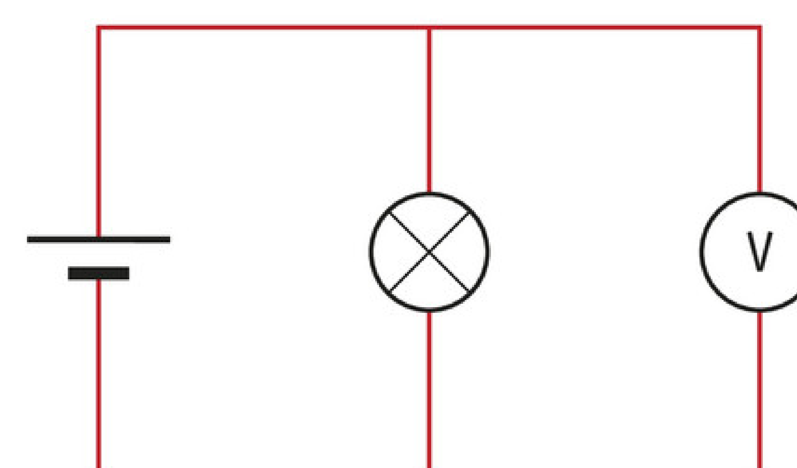
ⓑ

Je kunt ook de spanning over een apparaat meten. De spanningsmeter sluit je dan aan op de aansluitpunten van het apparaat. Een spanningsmeter moet je altijd parallel aansluiten. In afbeelding 2a wordt de spanning over een lampje gemeten. De spanningsbron is een batterij. Je meet de spanning die over het lampje staat. Daarom is de spanning over het lampje gelijk aan de spanning van de batterij. In afbeelding 2b zie je hoe het schakelschema eruitziet.

afbeelding 2 Schakeling om de spanning over een lampje te meten.



ⓐ



ⓑ

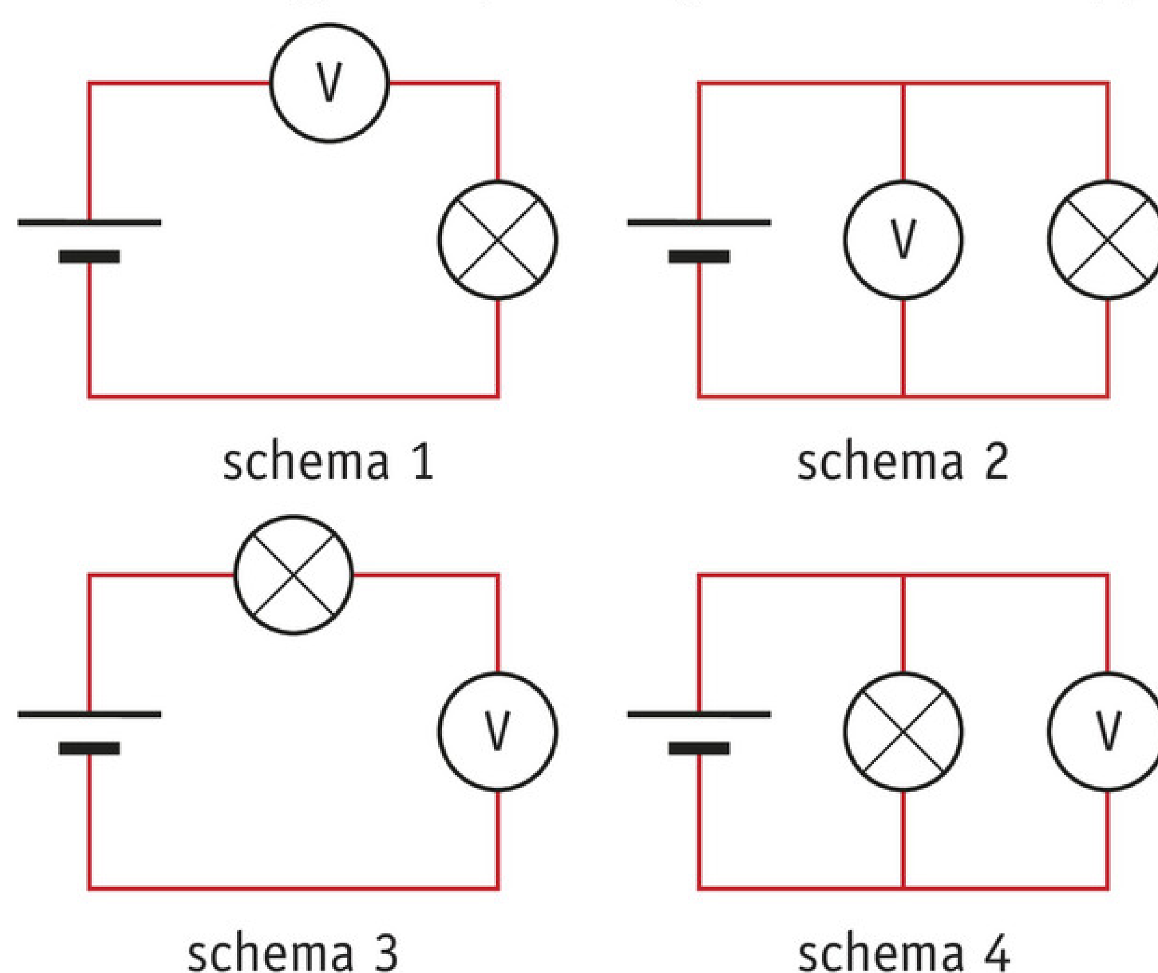
1 Wat meet je met een spanningsmeter?

Met een spanningsmeter meet je de ....

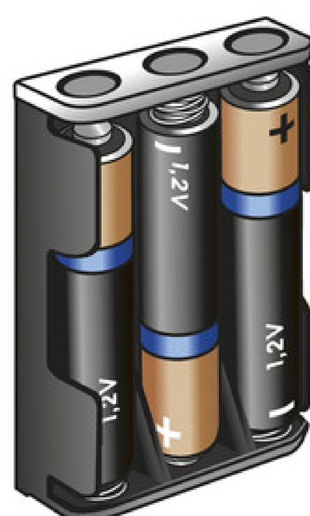
2 Je wilt de spanning meten die over een lampje staat.
In welke twee schema's van afbeelding 3 is hiervoor de juiste schakeling getekend?

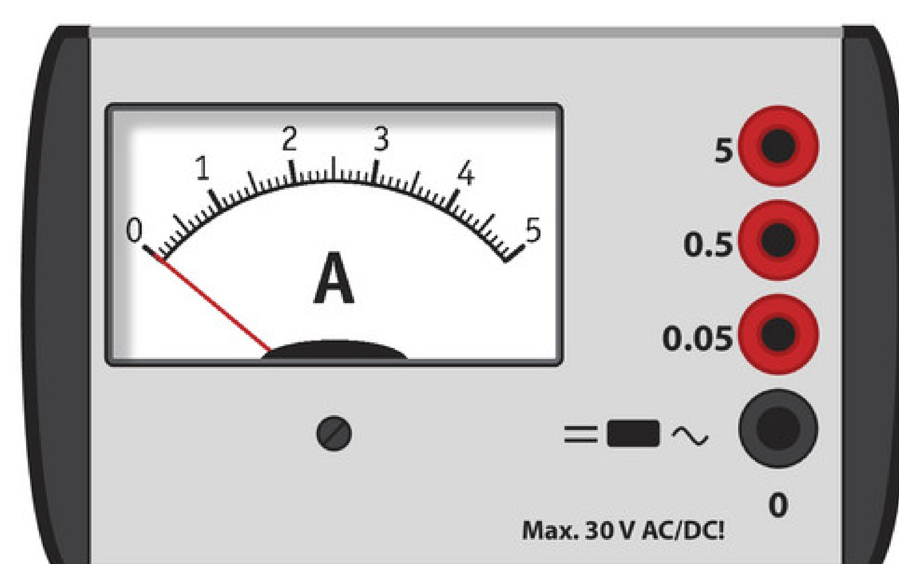
☐ A in schema 1
☐ B in schema 2
☐ C in schema 3
☐ D in schema 4

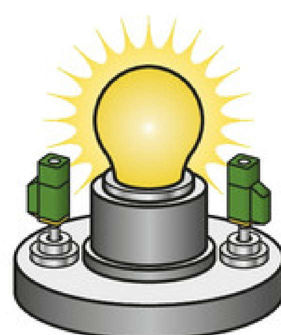
afbeelding 3 Spanning over een lampje meten.



3  **a** Op een batterijhouder met drie batterijen sluit je een lampje aan. Je meet de stroom door het lampje met een stroommeter.
Teken deze aansluiting in afbeelding 4:
- met een rood potlood: van de plus van de batterijen naar de aansluiting van 5 A van de stroommeter;
- met een blauw potlood: de andere twee aansluitingen van de snoeren.

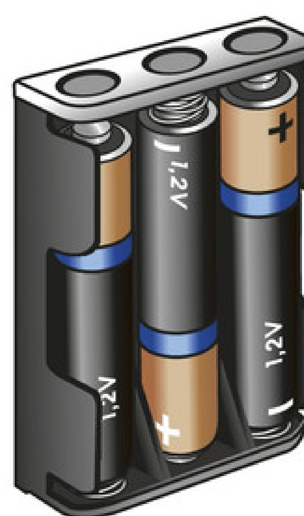


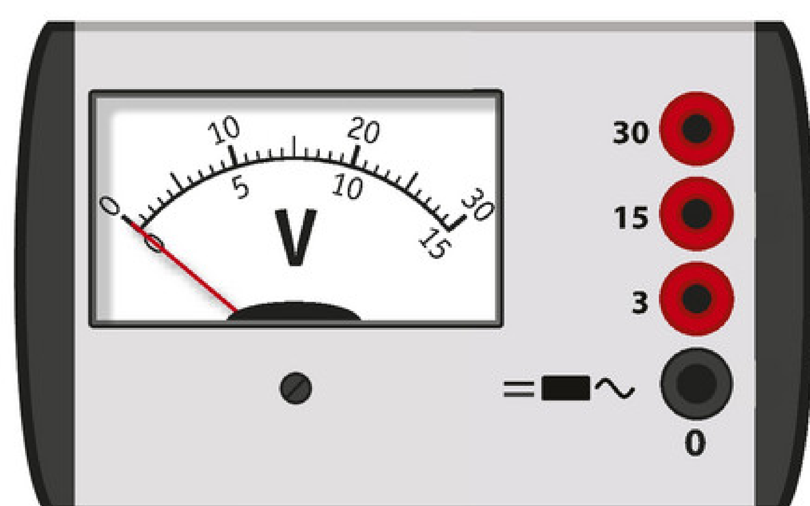


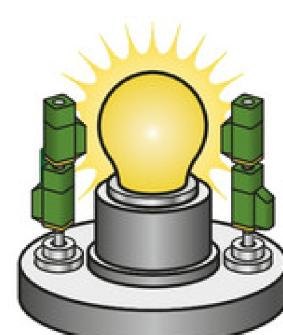


afbeelding 4 Stroom door een lampje meten.

b Op een batterijhouder met drie batterijen sluit je een lampje aan. Je meet de spanning over de lamp met een spanningsmeter.
Gebruik de aansluiting van 15 V om de spanning te meten.
Teken de aansluiting van de snoeren in afbeelding 5.





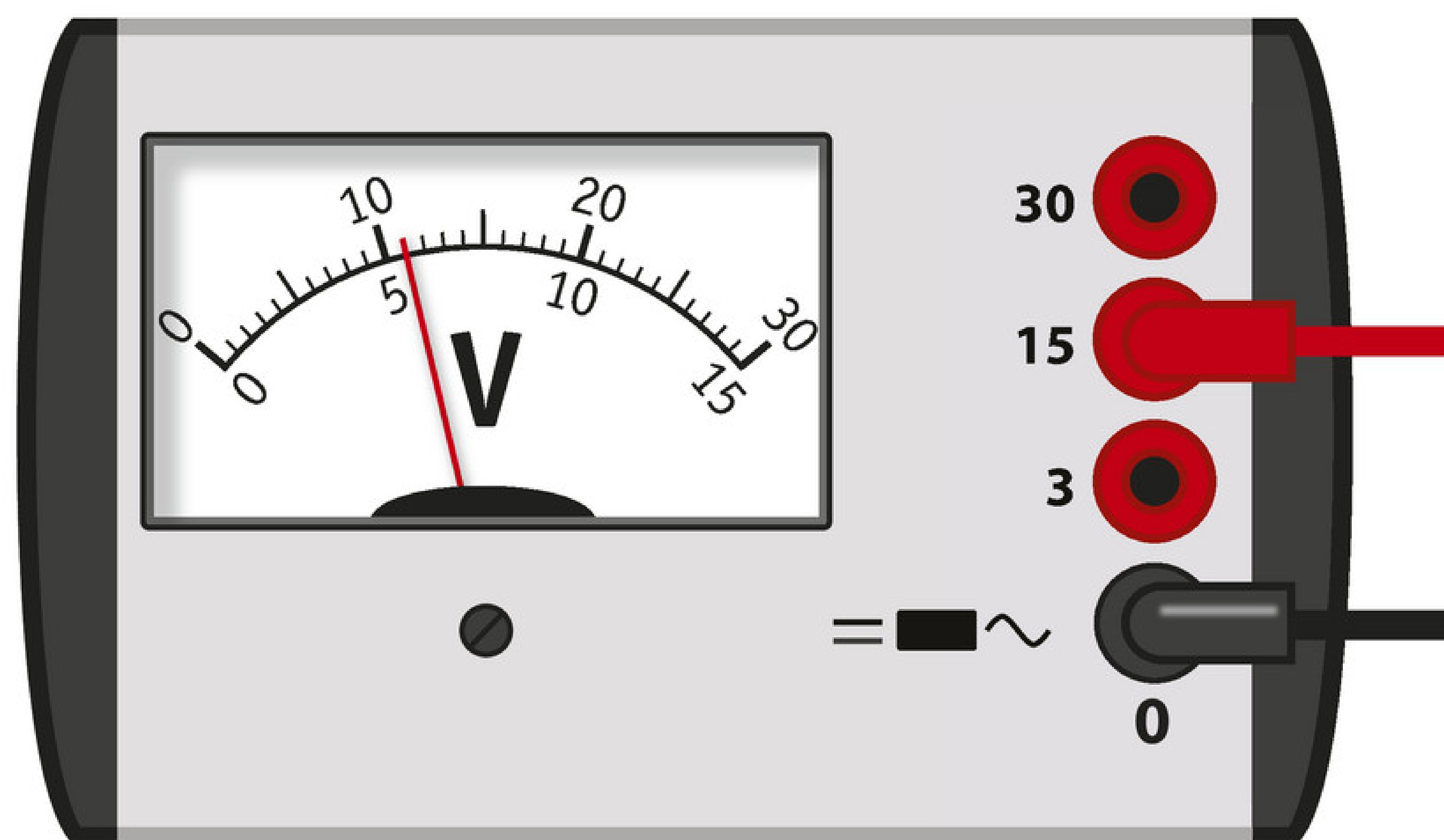


afbeelding 5 Spanning meten over een lampje.

4 In afbeelding 6 wordt de spanning over een lamp gemeten.

a Op welke schaal moet je de meter aflezen?
- ○ A op de schaal van 3 V
- ○ B op de schaal van 15 V
- ○ C op de schaal van 30 V

b Hoe groot is de spanning over de lamp? ....



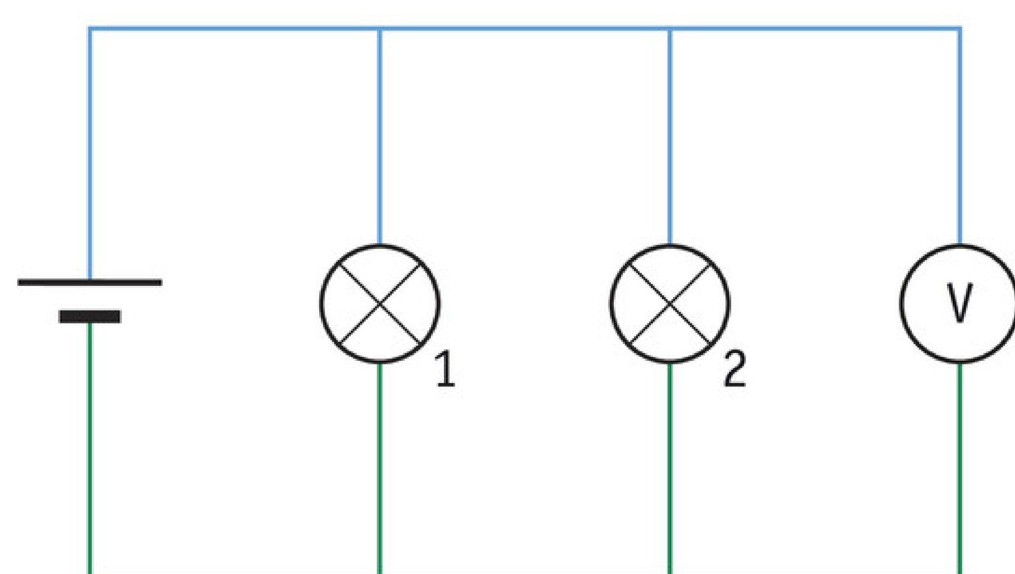
afbeelding 6 Spanning over een lamp meten.

SPANNING IN EEN PARALLELSCHAKELING

In het schakelschema van afbeelding 7 zijn twee lampjes parallel geschakeld. De batterij heeft een spanning van 9 V. Je wilt de spanning meten over lampje 2. Daarom sluit je de spanningsmeter parallel aan lampje 2.

Het blauwe snoer zit vast aan de plus van de batterij. Dit snoer loopt door naar de spanningsmeter. Het groene snoer zit vast aan de min van de batterij. Ook dit snoer loopt door naar de spanningsmeter. Het maakt niet uit op welke plaats je de spanningsmeter aansluit tussen het blauwe en het groene snoer. Je meet altijd een spanning van 9 V.

De spanning in een parallelschakeling is dus voor alle lampjes of apparaten gelijk.



afbeelding 7 Spanning over twee parallel geschakelde lampjes meten.

PROEF 1 SPANNING METEN IN EEN PARALLELSCHAKELING

20 minuten

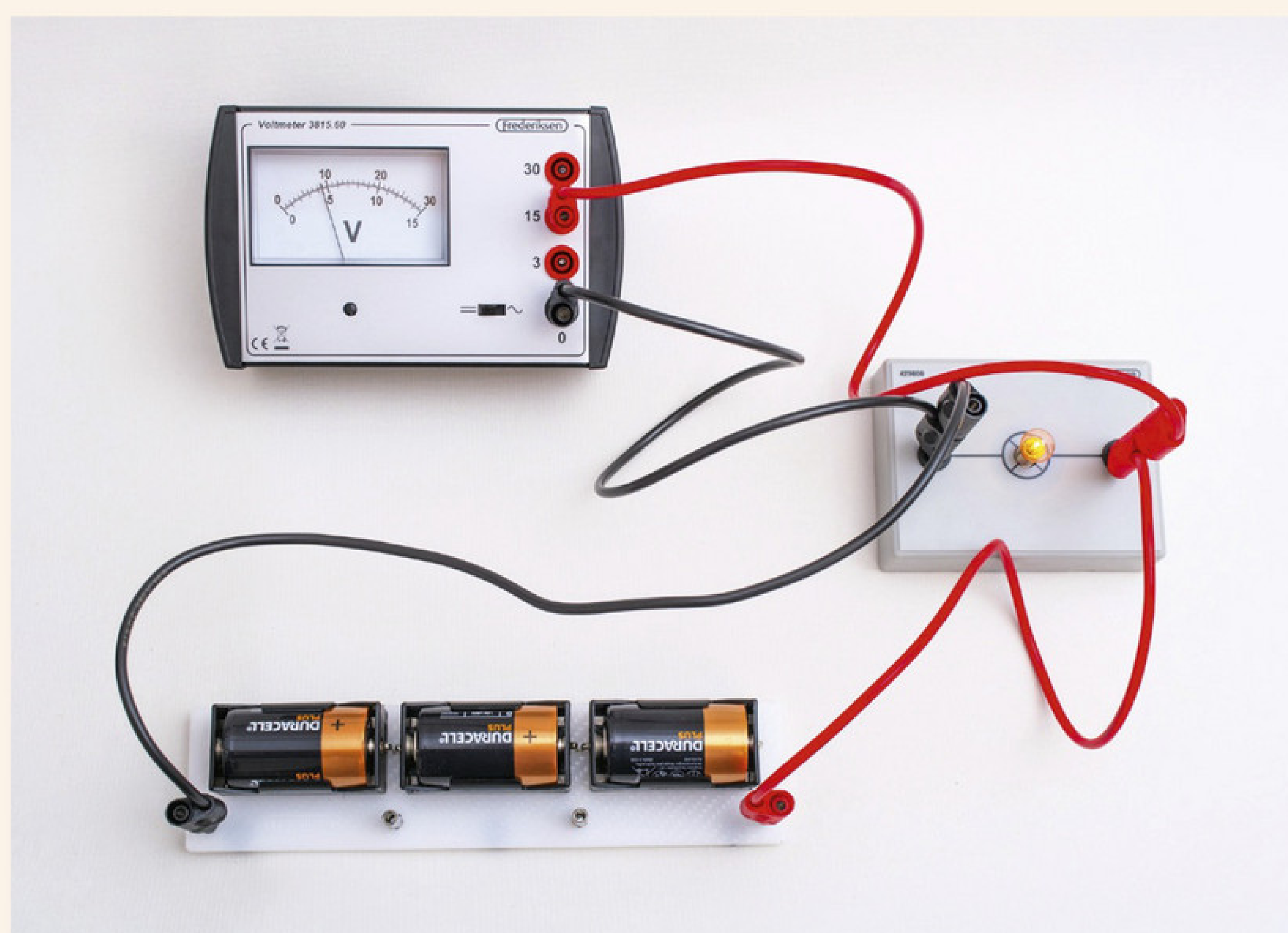
Wat je nodig hebt

- ☐ batterijhouder met 3 of 4 batterijen
- ☐ 2 lampjes
- ☐ 2 fittingen
- ☐ 2 krokodillenbekken
- ☐ 6 snoeren
- ☐ spanningsmeter

Uitvoering

1 In afbeelding 8 zie je een schakeling om de spanning over een lampje te meten. Teken het schema van de schakeling in het vak ernaast.

afbeelding 8 Spanning over een lampje meten.

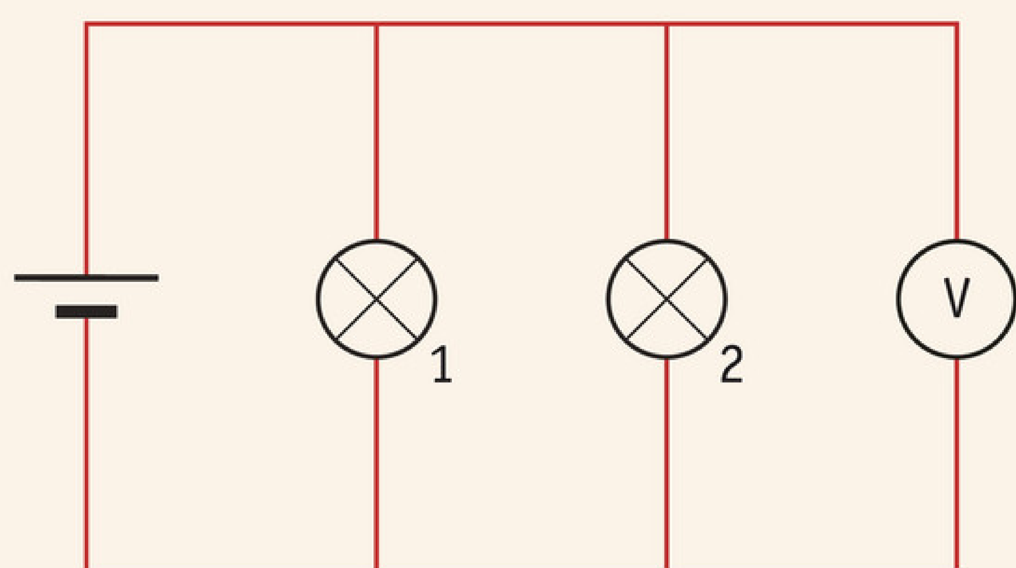


- Sluit de spanningsmeter en een lampje parallel aan op de batterijhouder zoals in afbeelding 8.
- Let erop dat je de plus van de batterijhouder aansluit op de plus van de spanningsmeter.
- Lees de spanning over de spanningsmeter af.

2 Hoe groot is de spanning over het lampje?

De spanning over het lampje is .... V.

- Sluit het tweede lampje parallel aan op het eerste lampje (afbeelding 9).



afbeelding 9 Spanning meten over twee parallel geschakelde lampjes.

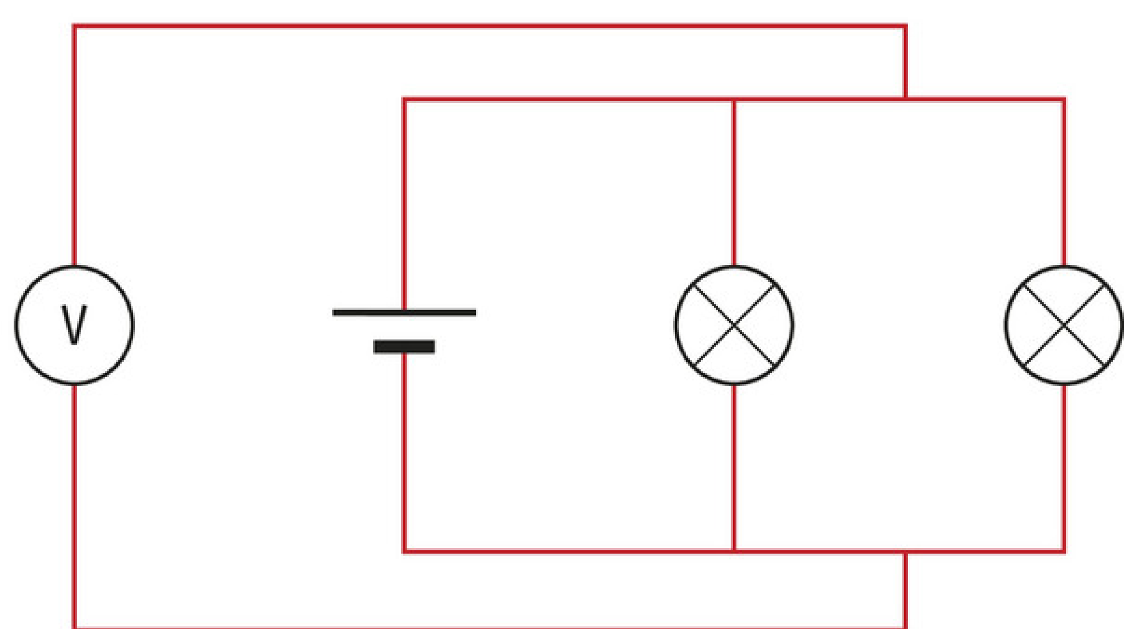
3 De spanning die de meter aangeeft, is .... V.

4 Vergelijk je antwoorden van opdracht 2 en 3.
Bij een parallelschakeling is de spanning over één lampje:
- ○ A twee keer zo groot als de spanning over twee lampjes.
- ○ B even groot als de spanning over twee lampjes.
- ○ C twee keer zo klein als de spanning over twee lampjes.

- Ruim alles netjes op.

5 In een huis zijn zes apparaten ingeschakeld. De apparaten zijn allemaal parallel geschakeld.
De spanning is over alle apparaten *WEL* / *NIET* hetzelfde.

6 Bekijk afbeelding 10. Over de batterij staat een spanning van 6 V.
Welke spanning geeft de spanningsmeter aan?
- ○ A 0 V
- ○ B 3 V
- ○ C 6 V
- ○ D 12 V

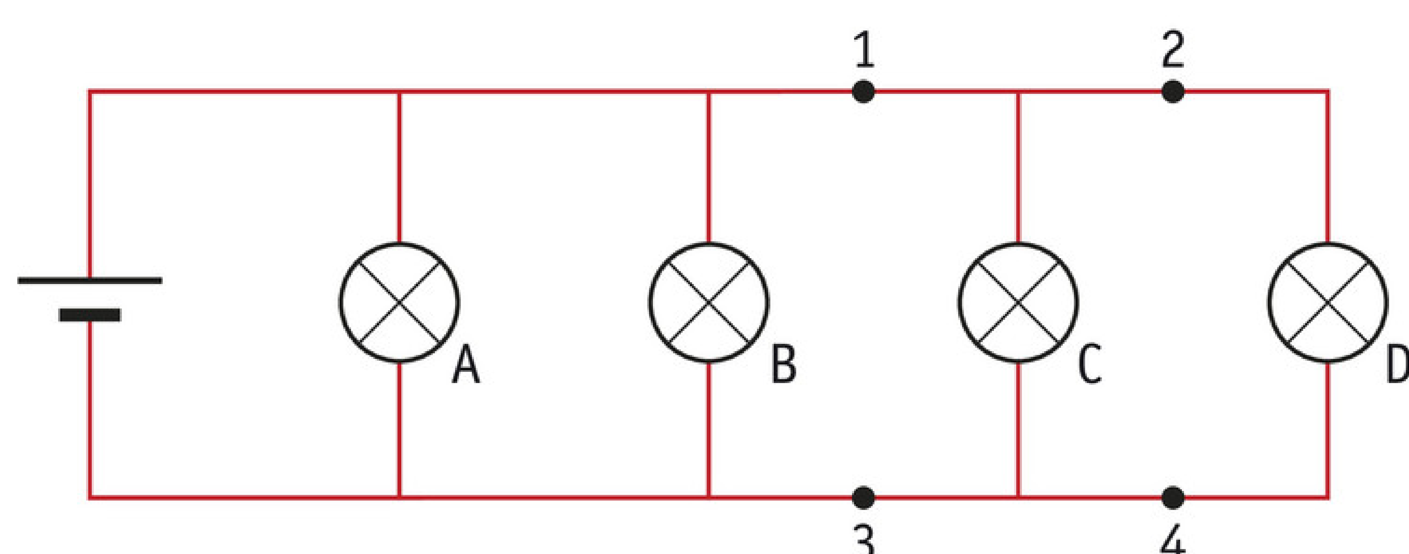


afbeelding 10 Spanning over een schakeling meten.

★ 7

Bekijk afbeelding 11. Je wilt de spanning meten over lampje c.
Op welke twee punten moet je de spanningsmeter dan tegelijk aansluiten? Er zijn vier antwoorden juist.

- ☐ A 1 en 2
- ☐ B 1 en 3
- ☐ C 1 en 4
- ☐ D 2 en 3
- ☐ E 2 en 4
- ☐ F 3 en 4

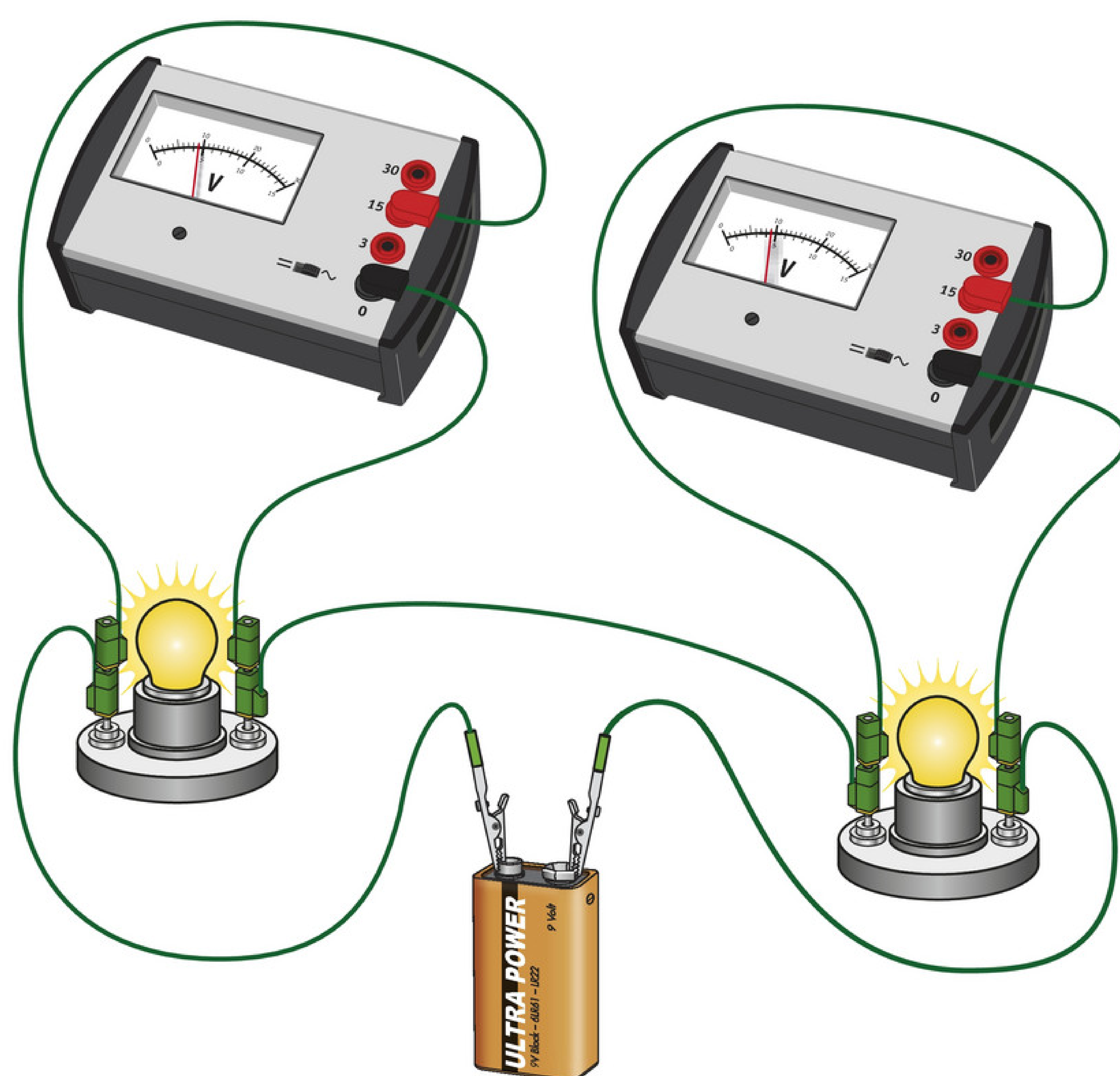


afbeelding 11 Waar sluit je de spanningsmeter aan?

SPANNING IN EEN SERIESCHAKELING

In de schakeling van afbeelding 12 zijn twee lampjes in serie geschakeld. Over de batterij staat een spanning van 9 V. Je wilt de spanning meten over beide lampjes. Daarom sluit je twee spanningsmeters parallel aan op de lampjes.

De spanningsmeters geven nu niet 9 V aan, maar 4,5 V. Bij een serieschakeling wordt de spanning over de lampjes verdeeld.



afbeelding 12 De spanning verdeelt zich in een serieschakeling.

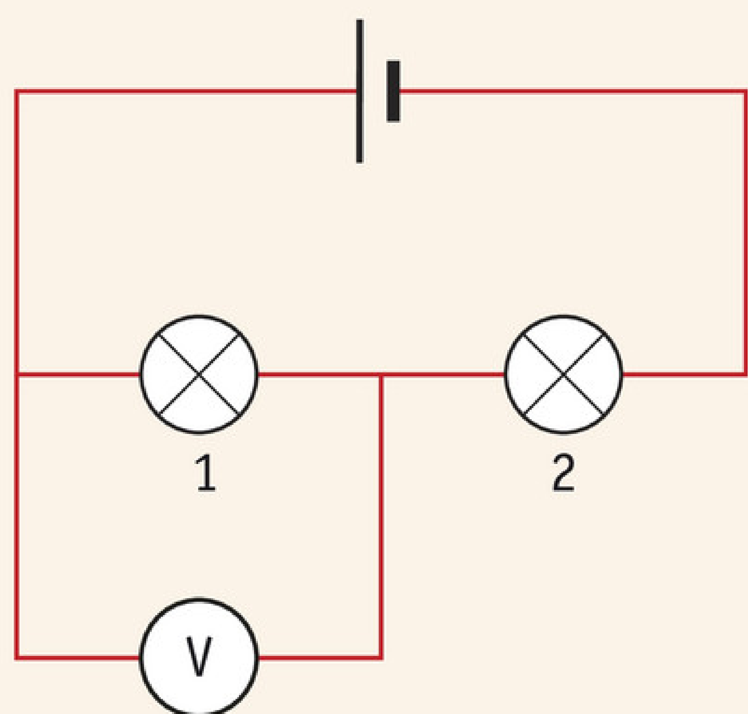
PROEF 2 SPANNING METEN IN SERIESCHAKELING

40 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ batterijhouder met 4 oplaadbare batterijen
- ☐ 2 lampjes
- ☐ 2 fittingen
- ☐ 2 krokodillenbekken
- ☐ 5 snoeren
- ☐ spanningsmeter

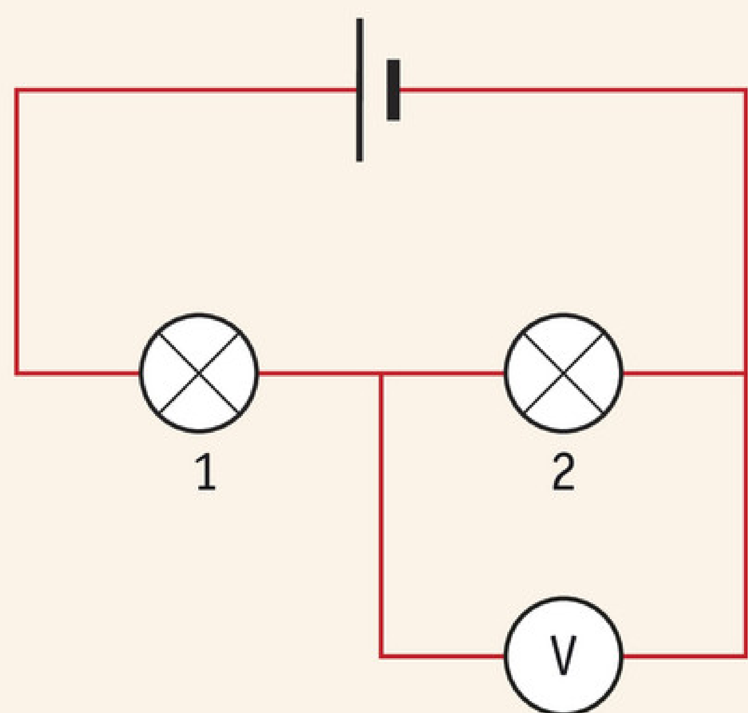
- Maak een serieschakeling van twee lampjes.
- Schakel de spanningsmeter parallel met lampje 1 (afbeelding 13).
- Lees de spanning af.



afbeelding 13 Spanning over een in serie geschakeld lampje meten.

1 De spanning die de meter aangeeft is .... V.

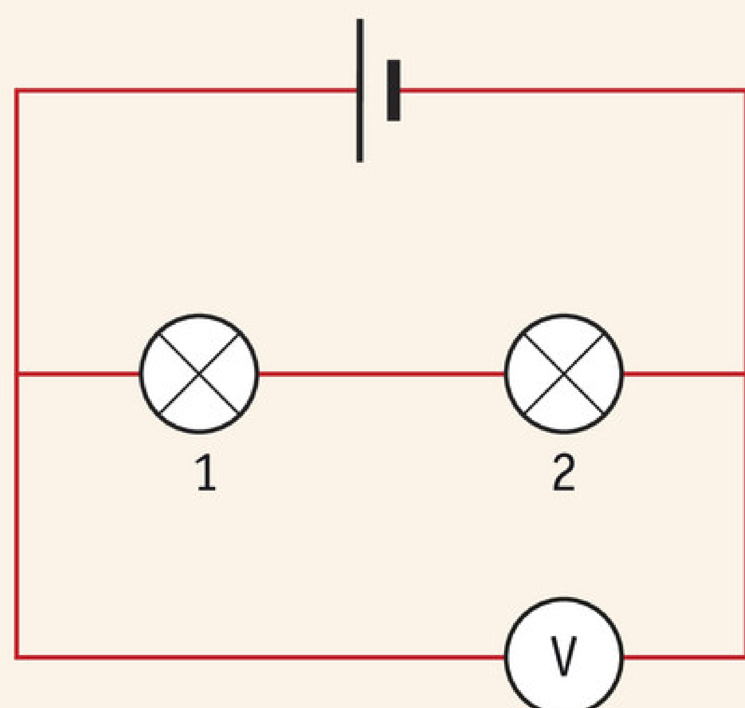
- Schakel de spanningsmeter nu parallel met het tweede lampje (afbeelding 14).
- Lees de spanning af.



afbeelding 14 Spanning meten over een in serie geschakeld lampje.

2 De spanning die de meter aangeeft, is .... V.

- Schakel de spanningsmeter nu parallel met beide lampjes (afbeelding 15).
- Lees de spanning af.



afbeelding 15 Spanning meten over twee in serie geschakelde lampjes.

3 De spanning die de meter aangeeft, is .... V.

4 Welke conclusie kun je trekken uit deze proef?

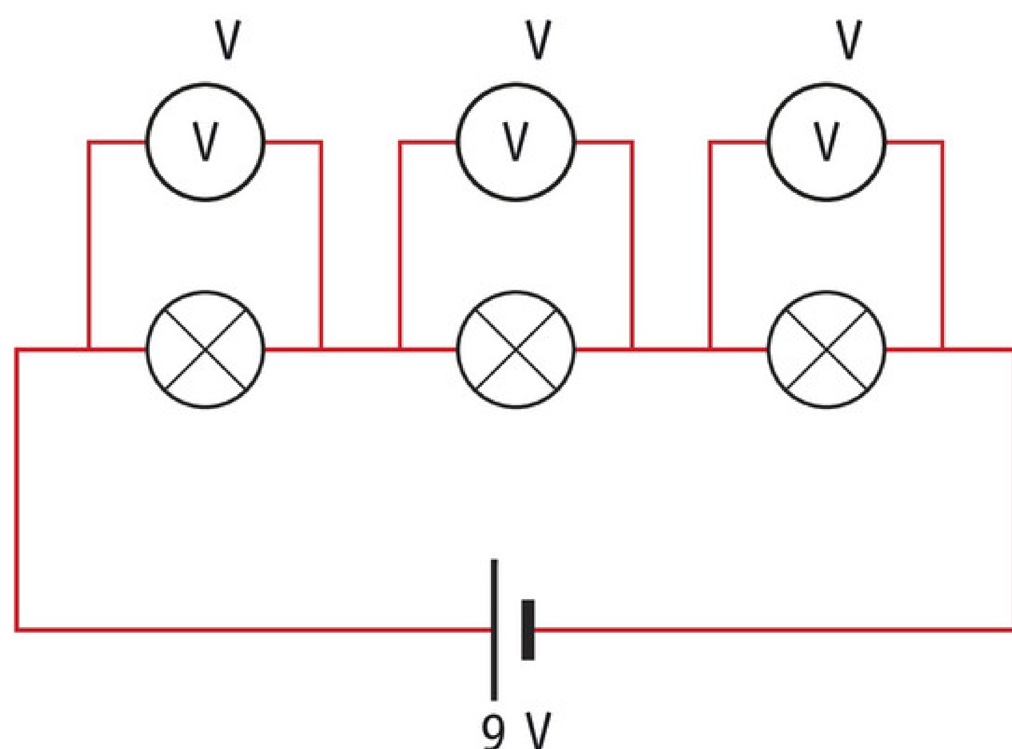
○ A In een serieschakeling verdeelt de spanning van de batterij zich over de lampjes.

○ B In een serieschakeling is de spanning over elk lampje even groot als de spanning over de batterij.

- Ruim alles netjes op.

8  **a** De lampjes in afbeelding 16 zijn *IN SERIE* / *PARALLEL* geschakeld.

b Over de batterij staat een spanning van 9 V. De lampjes zijn precies hetzelfde. De spanning over elk lampje wordt gemeten. Vul boven de drie spanningsmeters in hoeveel spanning ze aangeven.



afbeelding 16 Spanning meten over drie lampjes.

9 Een slinger van lampjes wordt aangesloten op het stopcontact (afbeelding 17). De lampjes zijn in serie geschakeld. De slinger heeft 32 lampjes.

a Hoe groot is de spanning over het stopcontact? ....

b Bereken de spanning over het eerste lampje. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

....

c Hoe groot is de spanning over het laatste lampje? Leg je antwoord uit.

....

....

....



afbeelding 17 Een slinger met 32 lampjes.

10 In afbeelding 18a brandt de lamp op de spanning van twee batterijen. Wordt de schakelaar omgeschakeld, dan krijgt de lamp spanning van vier batterijen (afbeelding 18b). Elke batterij heeft een spanning van 1,5 V. Staat de schakelaar in stand b, dan brandt de lamp veel feller dan in stand a.

a Hoe groot is de spanning over de lamp in stand a?

....

....

....

b Hoe groot is de spanning over de lamp in stand b?

....

....

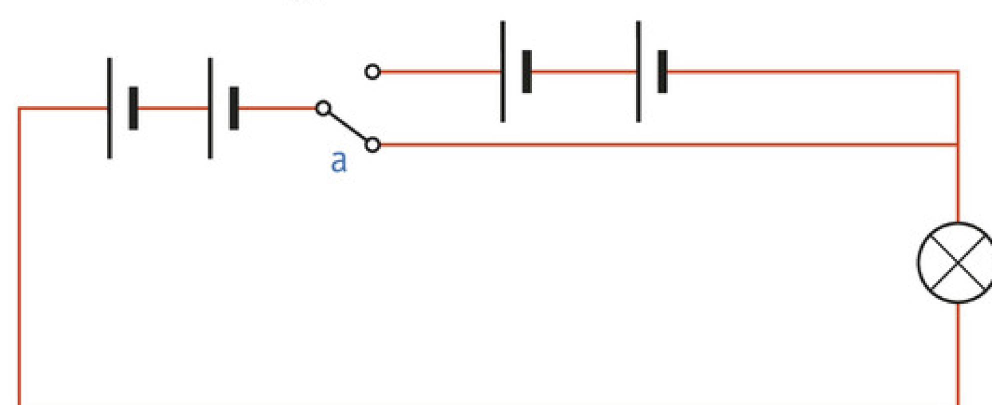
....

Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*.

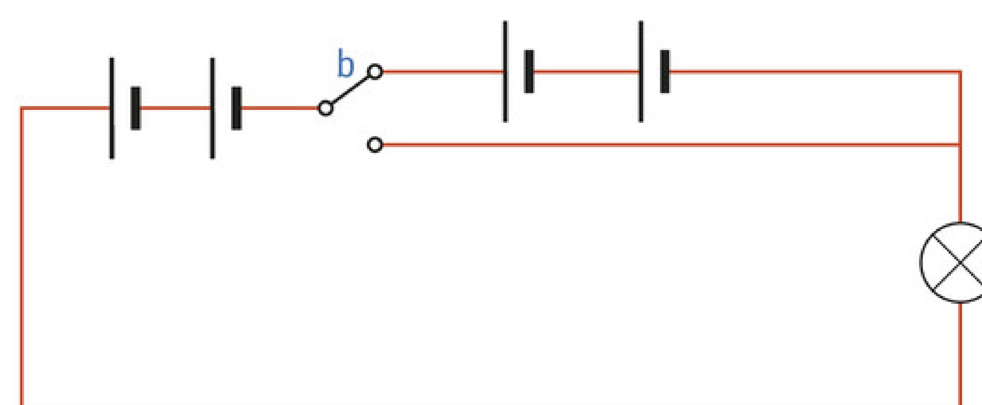
c Wat is de naam van de schakelaar in afbeelding 18?

....

afbeelding 18 Twee verschillende standen.



a Twee batterijen zorgen voor spanning over de lamp.



b Vier batterijen zorgen voor spanning over de lamp.

ONTHOUD

De spanning over een apparaat meet je met een spanningsmeter (voltmeter).
De spanning wordt aangegeven in volt (V).

Een spanningsmeter wordt altijd parallel geschakeld.

In een parellelschakeling is de spanning over alle apparaten en lampen gelijk.
In een serieschakeling wordt de spanning over de apparaten en lampen verdeeld.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelfs*.

3 Energieverbruik

LEERDOELEN

8.3.1 Je kunt uitleggen wat vermogen is.
8.3.2 Je kunt het vermogen van een apparaat berekenen.
8.3.3 Je kunt de verbruikte energie berekenen van een apparaat dat een bepaalde tijd aanstaat.
8.3.4 Je kunt de kosten van elektrische energie berekenen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	8.3.1	8.3.2	8.3.3	8.3.4
Onthouden			11	
Begrijpen	1, 2, 3, 4, 5, 8a, 9a, 20a	13b	12	
Toepassen		6, 7, 8b, 9b, 10, 13a	13c, 14, 15abcd, 18a, 20b	16, 17, 18b, 19, 20c
Analyseren				21

Elektrische energie gebruik je bijna overal en elke dag. Die energie komt uit een stopcontact, uit batterijen of uit zonnecellen.

VERMOGEN

Een elektrisch apparaat dat aanstaat, verbruikt elektrische energie. Niet alle apparaten verbruiken evenveel energie. Je meet de energie die een apparaat verbruikt per seconde. Dat noem je het **vermogen**. Een ledlamp verbruikt weinig energie per seconde en heeft dus een klein vermogen (afbeelding 1). Schijnwerpers bij een voetbalveld verbruiken veel energie per seconde en hebben dus een groot vermogen (afbeelding 2).



afbeelding 1 Het vermogen van ledlampen is klein.



afbeelding 2 Het vermogen van de schijnwerpers bij een voetbalveld is groot.

De eenheid van vermogen is watt (W). Een apparaat met een vermogen van 500 W verbruikt meer energie per seconde dan een apparaat met een vermogen van 40 W.

Bij een heel klein vermogen gebruik je milliwatt (mW).
1 W = 1000 mW
1 mW = 0,001 W

Is het vermogen groot, dan gebruik je kilowatt (kW):
1 kW = 1000 W
1 W = 0,001 kW

1 Vul in.

0,023 W = ... mW

0,76 W = ... mW

3,115 W = ... mW

2 Vul in.

8230 mW = ... W

400 mW = ... W

35 mW = ... W

3 Op het typeplaatje van een strijkijzer staat 2,3 kW. Op het typeplaatje van een tv staat 110 W.
Welk apparaat verbruikt de meeste elektrische energie per seconde?
○ A de tv
○ B het strijkijzer
○ C Dat weet je niet met deze gegevens.

4 Vul in.

16 kW = ... W

0,8 kW = ... W

2,4 kW = ... W

5 Vul in.

3200 W = ... kW

350 W = ... kW

14 W = ... kW

VERMOGEN BEREKENEN

Het vermogen reken je uit met de formule:

vermogen = spanning × stroomsterkte

De spanning noteer je in volt (V). De stroomsterkte noteer je in ampère (A). Je berekent dan het vermogen in watt (W).

VOORBEELDOPDRACHT 1

Over een ledlamp staat een spanning van 1,6 V. De stroomsterkte is 12 mA.
Bereken het vermogen van de ledlamp in milliwatt (mW).

gegevens	spanning	= 1,6 V
	stroomsterkte	= 12 mA = 0,012 A
gevraagd	vermogen	= ? mW
uitwerking	vermogen	= spanning × stroomsterkte
	vermogen	= 1,6 × 0,012 = 0,0192 W = 19,2 mW

Het vermogen van de ledlamp is dus 19,2 mW.

Als je het vermogen en de spanning weet, dan kun je de stroomsterkte berekenen die door een apparaat loopt. Hiervoor gebruik je de formule:

stroomsterkte = vermogen : spanning

De spanning bereken je met de formule:

spanning = vermogen : stroomsterkte

Je moet dan wel weten hoe groot het vermogen en de stroomsterkte zijn.

VOORBEELDOPDRACHT 2

In een schijnwerper bij een voetbalveld zit een halogeenlamp. De spanning over de lamp is 230 V. Het vermogen van de lamp bij deze spanning is 2,0 kW.
Bereken de stroomsterkte door de lamp.

gegevens	vermogen	= 2,0 kW = 2000 W
	spanning	= 230 V
gevraagd	stroomsterkte	= ? A
uitwerking	stroomsterkte	= vermogen : spanning
	stroomsterkte	= 2000 : 230 = 8,7 A

De stroomsterkte door de lamp is dus 8,7 A.

PROEF 1 HET VERMOGEN BEPALEN

25 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ lamphouder
- ☐ lampje 6 V/3 W
- ☐ 5 snoeren
- ☐ spanningsmeter
- ☐ stroommeter
- ☐ regelbare voeding

Uitvoering

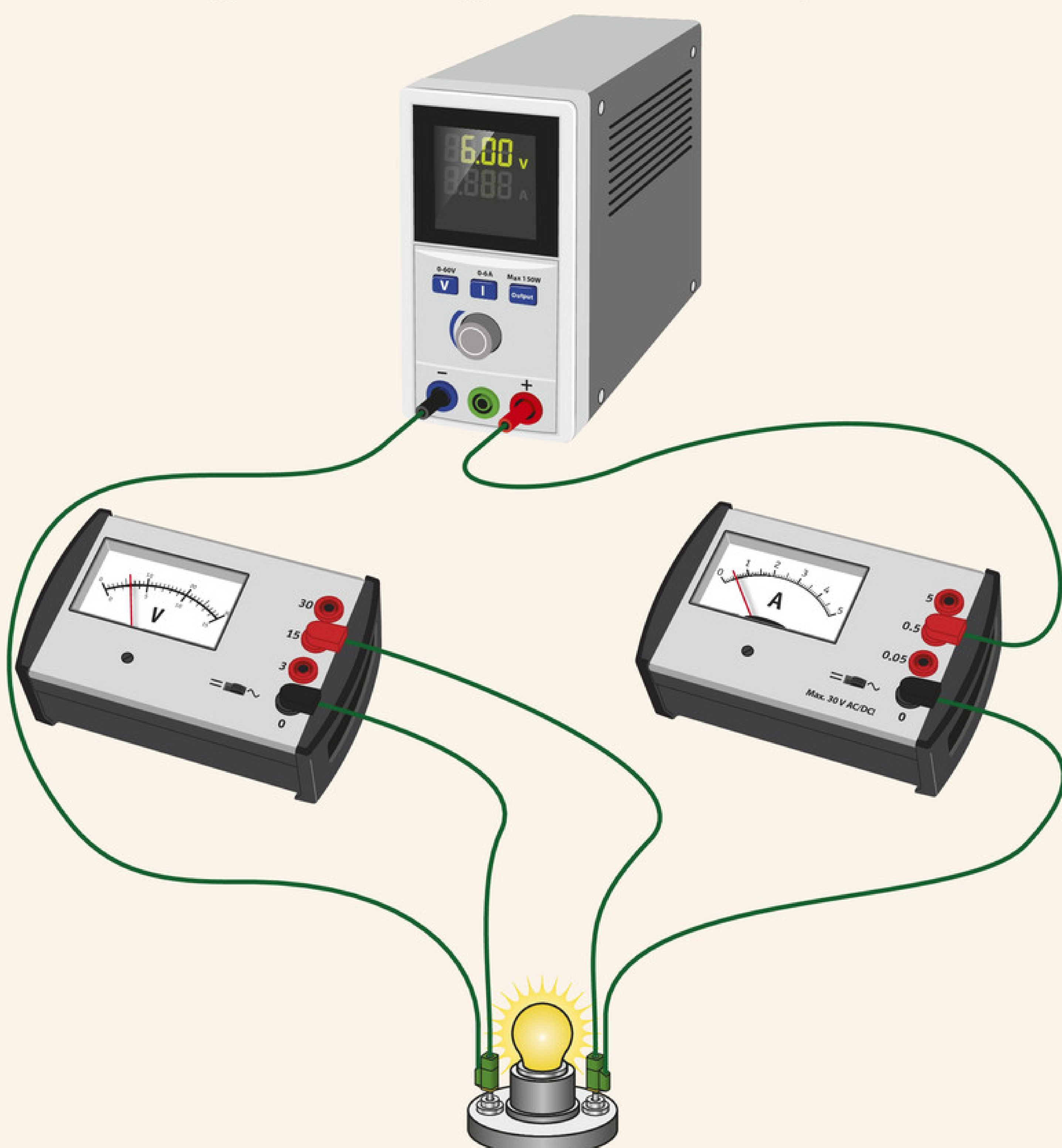
1 Op het lampje staat 6 V/3 W.

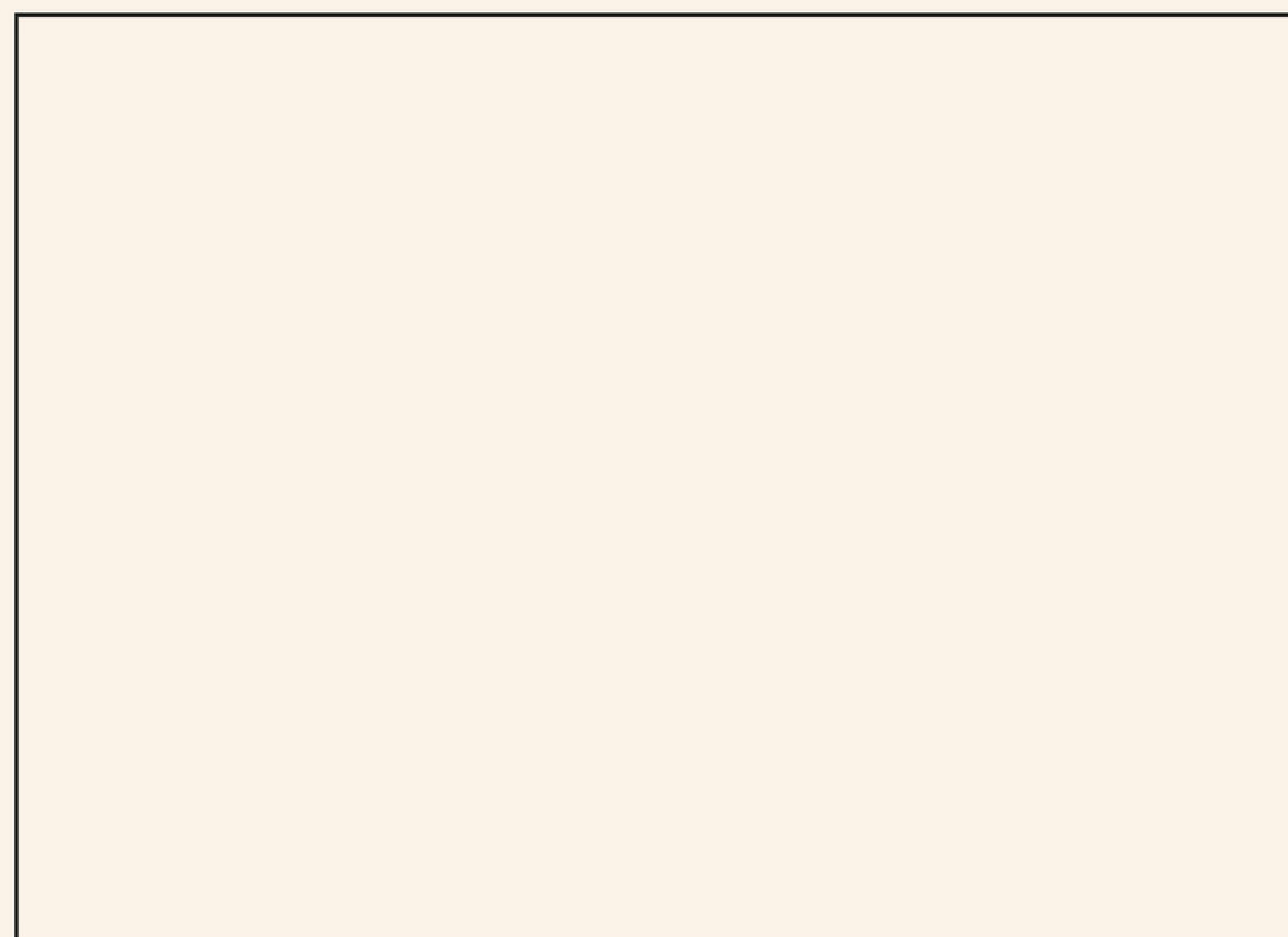
Dit betekent dat het lampje ontworpen is voor een spanning van ....

Het lampje heeft bij die spanning dan een vermogen van ....

2  In afbeelding 3 zie je de schakeling om het vermogen van een lamp te meten.
Teken het schema van de schakeling in het vak ernaast.

afbeelding 3 Vermogen van een lamp meten.





- Maak eerst de stroomkring van de voeding, de stroommeter en de lamp.
- Sluit de spanningsmeter aan op de lamp zoals in afbeelding 3.
  Let op! Sluit de plus van de voeding aan op de plus van de spanningsmeter.
- Draai de voeding naar 0 V (naar links).
- Zet de voeding aan.
- Draai de voeding voorzichtig naar rechts.

- Doe dit net zolang totdat de spanningsmeter 6,0 V aangeeft.
- Lees de spanning af op de spanningsmeter.

3 Hoe groot is de spanning over het lampje?

De spanning over het lampje is .... V.

- Lees de stroomsterkte af op de stroommeter.

4 Hoe groot is de stroomsterkte door het lampje?

De stroomsterkte door het lampje is .... A.

- Draai de voeding helemaal naar links.
- Zet de voeding uit.

5 Bereken het vermogen van de lamp.

gegevens	spanning	= ....
	stroomsterkte	= ....
gevraagd	vermogen	= ?
uitwerking	vermogen	= ....
	vermogen	= ....

6 Komt het vermogen dat je hebt berekend, overeen met de waarde op de lamp?
JA / NEE

- Zet de voeding opnieuw aan.
- Draai de voeding voorzichtig naar rechts.
- Doe dit net zolang totdat de spanningsmeter 3,0 V aangeeft.
- Lees de spanning af op de spanningsmeter.

7 Hoe groot is de spanning over het lampje?

De spanning over het lampje is .... V.

- Lees de stroomsterkte af op de stroommeter.

8 Hoe groot is de stroomsterkte door het lampje?

De stroomsterkte door het lampje is ....

.... A.

- Draai de voeding helemaal naar links.
- Zet de voeding uit.

9 Bereken het vermogen van het lampje bij deze spanning.

gegevens spanning = ...

stroomsterkte = ...

....

gevraagd vermogen = ?

uitwerking vermogen = ...

vermogen = ...

10 Komt het vermogen dat je hebt berekend overeen met de waarde op de lamp?
JA / NEE

11 Het vermogen dat op een lamp staat aangegeven, geldt:

○ A alleen voor de spanning waarvoor de lamp ontworpen is.
○ B altijd.

- Ruim alles netjes op.

6 De batterij van de tuinverlichting wordt opgeladen met zonnecellen (afbeelding 4). Als het donker is, werkt de tuinverlichting op de spanning van de oplaadbare batterij (1,2 V). De stroomsterkte door het lampje is 60 mA.
Bereken het vermogen van de tuinverlichting in milliwatt (mW).

gegevens spanning = ... V

stroomsterkte = ... mA = ... A

gevraagd vermogen = ?

uitwerking vermogen = ...

vermogen = ...

= ....

vermogen = ... W

= .... mW



afbeelding 4 Tuinlamp met zonnecellen.

7 Een tosti-apparaat is aangesloten op een spanning van 230 V. De stroomsterkte door het apparaat is 4,5 A.
Bereken het vermogen van het apparaat.

gegevens	spanning	= ....
	stroomsterkte	= ....
gevraagd	vermogen	= ? W
uitwerking	vermogen	= ....
	vermogen	= .... W

8 In afbeelding 5 zie je een deel van een advertentie van een boormachine. Bekijk de advertentie.

a Vul in.

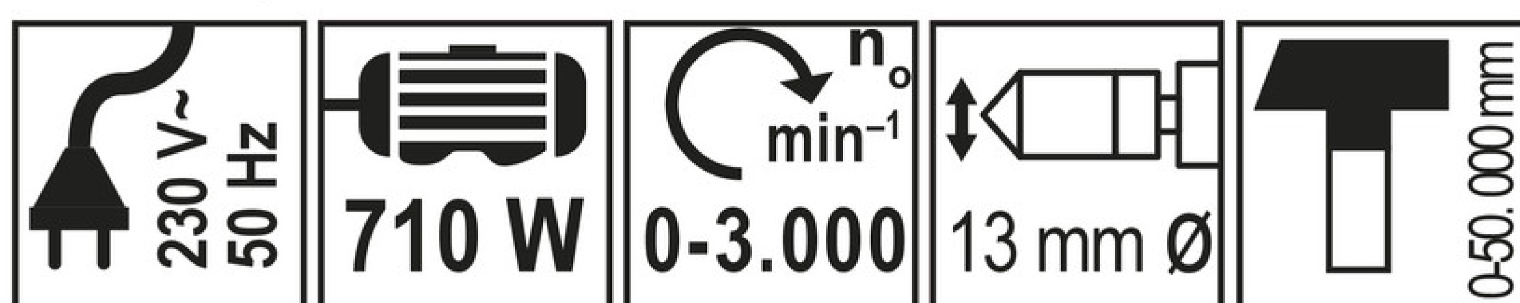
De spanning waarop de boormachine moet worden aangesloten, is ....

Het vermogen van de boormachine is ....

b Je koopt de boormachine. Je zet de boormachine aan om een gat te boren. Bereken de stroomsterkte door de boormachine. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

gegevens	vermogen	= .... W
	spanning	= V
gevraagd	stroomsterkte	= ? A
uitwerking	stroomsterkte	= vermogen : spanning
	stroomsterkte	= .... : .... = ... A





afbeelding 5 Een advertentie van een boormachine.

9 In afbeelding 6 zie je het typeplaatje van een mixer.

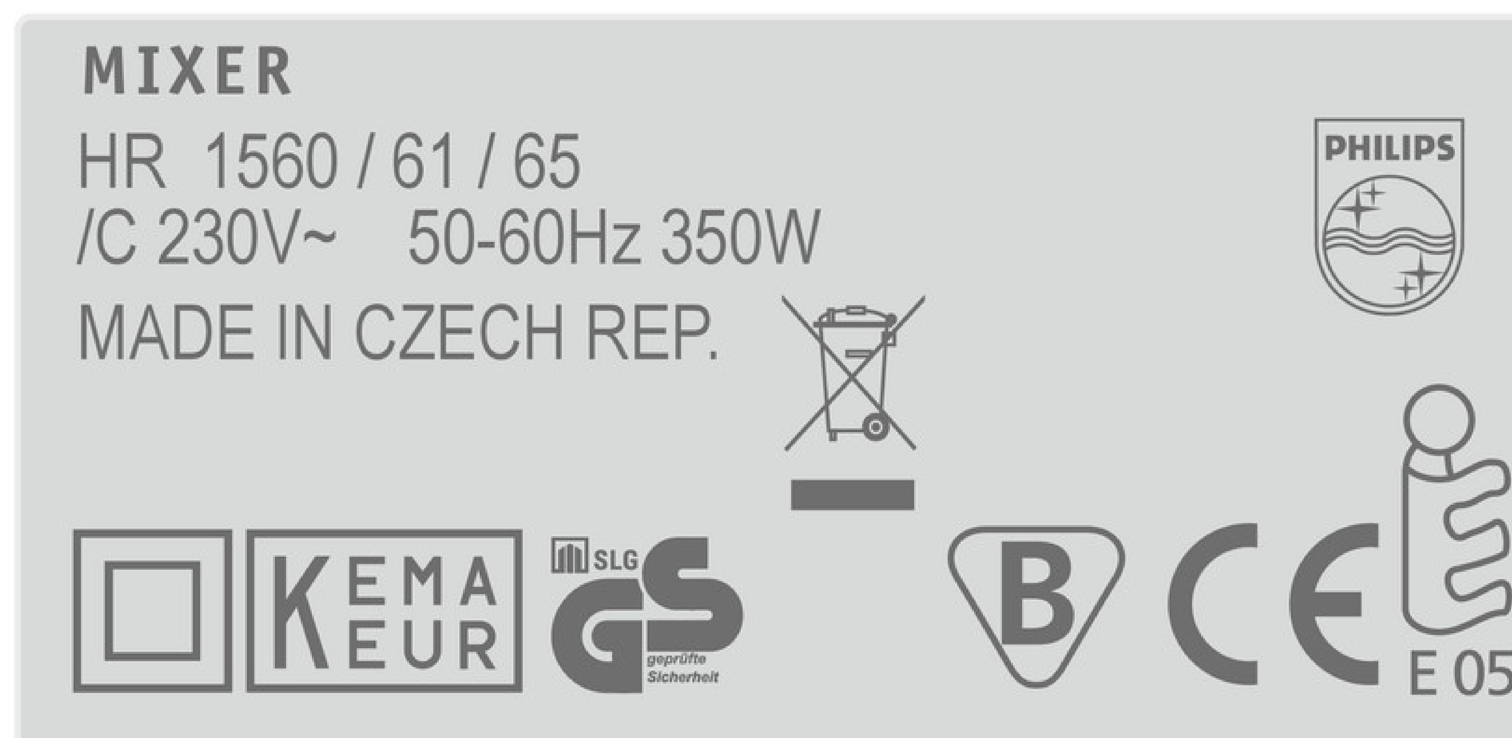
a Vul in.

De spanning waarop je de mixer moet aansluiten, is ....

Het vermogen van de mixer is ....

b De mixer wordt aangezet.
Bereken de stroomsterkte door de mixer. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

gegevens	vermogen	= .... W
	spanning	= V
gevraagd	stroomsterkte	= ? A
uitwerking	stroomsterkte	= .... : ....
	stroomsterkte	= .... : .... = ... A



afbeelding 6 Het typeplaatje van een mixer.

10 Eric heeft een actioncam op zijn helm. Hij gebruikt de camera om een video te maken van een fietstocht (afbeelding 7). In de actioncam zit een batterij met een spanning van 9 V. Als de actioncam opneemt, is de stroomsterkte door de camera 0,2 A.
Bereken het vermogen van de camera.



afbeelding 7 Een video-opname tijdens een fietstocht.

....

....

....

....

....

ENERGIE

Hoe langer een apparaat aanstaat, hoe meer energie het apparaat verbruikt. Een spelletje spelen op je smartphone kost weinig energie (afbeelding 8). Maar als je uren achter elkaar speelt, raakt de batterij leeg. Je hebt dan veel energie verbruikt.



afbeelding 8 Urenlang spelletjes spelen op je telefoon kost veel energie.

De hoeveelheid energie die een apparaat verbruikt, meet je in kilowattuur. Een apparaat van één kilowatt (kW) dat één uur (h) aanstaat, verbruikt één kilowattuur (kWh) energie.

Elk huis heeft in de meterkast een **kilowattuurmeter** (kWh-meter). Die meter houdt bij hoeveel energie alle apparaten in huis verbruiken. Een huishouden betaalt de gebruikte energie aan het energiebedrijf.
De verbruikte energie kun je berekenen met de formule:

energie = vermogen × tijd

Het vermogen noteer je in kilowatt (kW).
De tijd noteer je in uur (h).
Je berekent dan de verbruikte energie in kilowattuur (kWh).

Aan de formule kun je twee dingen zien:
- Hoe groter het vermogen van een apparaat, hoe meer energie het apparaat verbruikt.
- Hoe langer een apparaat aanstaat, hoe meer energie het apparaat verbruikt.

VOORBEELDOPDRACHT 3

In de huiskamer branden vijf ledlampen. Elke lamp heeft een vermogen van 6 W.
De lampen branden de hele dag.
Hoeveel kilowattuur energie verbruiken de lampen samen?

gegevens vermogen van vijf lampen = 5 × 6 W = 30 W = 0,030 kW
tijd = 24 h (in een dag zitten 24 uur)

gevraagd energie = ? kWh

uitwerking energie = vermogen × tijd
energie = 0,030 kW × 24 h = 0,72 kWh

De vijf lampen verbruiken samen 0,72 kWh energie.

11 Elk huis heeft een meter die meet hoeveel energie er wordt verbruikt.
Hoe noem je deze meter?

....

12 Kies het juiste woord.
Een apparaat dat korte tijd aanstaat, verbruikt *VEEL* / *WEINIG* energie.
Een apparaat dat lang aanstaat, verbruikt *VEEL* / *WEINIG* energie.
Hoe korter een apparaat aanstaat, hoe *MEER* / *MINDER* energie er wordt verbruikt.

13 Als Itto haar computer gebruikt, staan de volgende apparaten aan:
- een computer van 150 W;
- een monitor van 80 W;
- een printer van 40 W;
- een speaker van 20 W.

a Bereken het totale vermogen van deze apparaten.

Het totale vermogen is: .... W.

b Hoe groot is het totale vermogen van de apparaten van Itto in kilowatt (kW)?

Het totale vermogen is .... W = ... kW.

c Bereken hoeveel energie Itto gebruikt als de apparaten één dag (24 uur) aanstaan.

gegevens vermogen = ...
tijd = ...

gevraagd energie = ? kWh

uitwerking energie = ... × ....
energie = ... × .... = ... kWh

14 Bij FC Focus wordt 's avonds een voetbalwedstrijd gespeeld. Het veld moet dan goed verlicht zijn. De lampen van de schijnwerpers branden 2,5 uur. Het totale vermogen van de lampen is 4 kW.
Hoeveel energie verbruiken de lampen op die avond?

gegevens	vermogen	= ....
	tijd	= ....
gevraagd	energie	= ? kWh
uitwerking	energie	= ....
	energie	= .... kWh

★ 15 Bij Charles thuis worden op een dag de volgende apparaten gebruikt:

- een wasmachine van 1200 W werkt 2 uur;
- een wasdroger van 600 W werkt 2,5 uur;
- een vaatwasser van 1500 W werkt 30 minuten.

a Bereken hoeveel energie de wasmachine verbruikt.

....

....

....

....

....

....

....

b Bereken hoeveel energie de wasdroger verbruikt.

....

....

....

....

....

....

....

c Bereken hoeveel energie de vaatwasser verbruikt.

....

....

....

....

....

....

....

d Hoeveel energie verbruiken de apparaten die dag in totaal?

Totale verbruikte energie is: .... = ... kWh.

ENERGIEKOSTEN

De energie die een huishouden verbruikt, moet aan het eind van het jaar worden betaald. Hoeveel je moet betalen, kun je berekenen met de formule:

kosten = energie × prijs van 1 kWh

VOORBEELDOPDRACHT 4

Aan het eind van een jaar heeft de familie Demir 3800 kWh energie verbruikt.
1 kWh kost dat jaar € 0,25.
Hoeveel moet familie Demir aan het einde van het jaar betalen?

gegevens energie = 3800 kWh
prijs voor 1 kWh = € 0,25

gevraagd kosten = € ?

uitwerking kosten = energie × prijs van 1 kWh
kosten = 3800 × € 0,25 = € 950

Familie Demir moet dus aan het einde van het jaar € 950 betalen.

- Gebruik bij opdracht 16 tot en met 21 een prijs van € 0,25 voor 1 kWh.

16 De lampen voor de verlichting van een hockeyveld verbruiken op één trainingsavond 80 kWh energie.
Hoeveel kost deze energie?

gegevens energie = ... kWh

prijs voor 1 kWh = € ....

gevraagd kosten = € ?

uitwerking kosten = energie × prijs van 1 kWh

kosten = ... = € ....

17 Jesse en Paul wonen samen. In 2021 verbruiken ze 2580 kWh energie.
Hoeveel moeten Jesse en Paul betalen voor de elektrische energie in 2021?

gegevens energie = ...

prijs voor 1 kWh = ...

gevraagd kosten = € ?

uitwerking kosten = ...

kosten = ...

18 Een digitale ontvanger voor de televisie staat stand-by als hij niet wordt gebruikt. Dat betekent: als je hem aanzet, werkt hij meteen. De ontvanger staat het hele jaar op stand-by.
Het vermogen bij stand-by staan is 5 W.

a Bereken hoeveel energie de digitale ontvanger per jaar verbruikt.

gegevens vermogen = ... W = ... kW

tijd = ... dagen × .... h per dag

tijd = ... h

gevraagd energie = ?

energie = ...

energie = ...

b Hoeveel kost het als de digitale ontvanger een jaar stand-by staat?

gegevens energie = ...

prijs 1 kWh = € ....

gevraagd kosten = € ?

uitwerking kosten = ...

kosten = ...

kosten = € ....

19 De alarminstallatie bij Merle thuis verbruikt 85 kWh per jaar.
Bereken de kosten voor de energie die de alarminstallatie per jaar verbruikt.

....

....

....

....

....

....

....

20 In afbeelding 9 zie je het typeplaatje van een broodrooster.

a Hoe groot is het vermogen van de broodrooster in kilowatt (kW)?

....

b Hoeveel energie verbruikt de broodrooster als hij 12 minuten aanstaat?

gegevens vermogen = ...

tijd = ... min = ... h

gevraagd energie = ? kWh

uitwerking energie = ... × ....

energie = ... × .... = ... kWh

c Bereken de kosten van de elektriciteit voor deze 12 minuten.

....

....

....

....

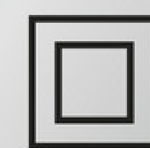
....

....

....

BROODROOSTER
Type: XR775
Model: GTFR45/998
850 W - 230 C - 50 Hz






afbeelding 9 Het typeplaatje van een broodrooster.

★ 21 Bastian werkt elke dag op zijn laptop. Om de batterijen op te laden, is 4 uur per dag nodig. Het vermogen van de oplader is 45 W.
Reken uit hoeveel de energie kost die nodig is om een heel jaar op de laptop te werken.
Per jaar is de verbruikte energie:

gegevens vermogen = ... W = ... kW

oplaadtijd in 1 jaar = ... dagen × .... h

oplaadtijd in 1 jaar = ... h

....

....

....

De kosten voor 1 jaar 'computeren' zijn dus:

....

....

....

....

....

ONTHOUD

Vermogen is de verbruikte energie per seconde.
De eenheid van vermogen is watt (W).

Bij een klein vermogen gebruik je milliwatt (mW).
1 mW = 0,001 W
Bij een groot vermogen gebruik je kilowatt (kW).
1 kW = 1000 W

Het vermogen bereken je met de formule:
vermogen = spanning × stroomsterkte

De hoeveelheid energie wordt gemeten in kilowattuur (kWh).
De energie die een apparaat verbruikt bereken je met de formule:
energie = vermogen × tijd

De kosten voor de energie bereken je met de formule:
kosten = energie × prijs van 1 kWh



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelfs*.

4 Rendement en capaciteit

LEERDOELEN

8.4.1 Je kunt uitleggen wat rendement betekent.
8.4.2 Je kunt de eigenschappen van een accu beschrijven.
8.4.3 Je kunt de capaciteit van een accu berekenen.
8.4.4 Je kunt berekenen hoelang een apparaat op een accu kan werken.
8.4.5 Je kunt de stroomsterkte door een apparaat berekenen dat op een accu werkt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	8.4.1	8.4.2	8.4.3	8.4.4	8.4.5	8.3.2*
Onthouden	1a	9, 10, 11				
Begrijpen	1b, 2, 3ab, 4a, 7, 12	13				
Toepassen	4b, 5, 6		16, 18a	14, 15, 17b, 21b	22	17a, 18b, 21a
Analyseren	8	23	19, 20			

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

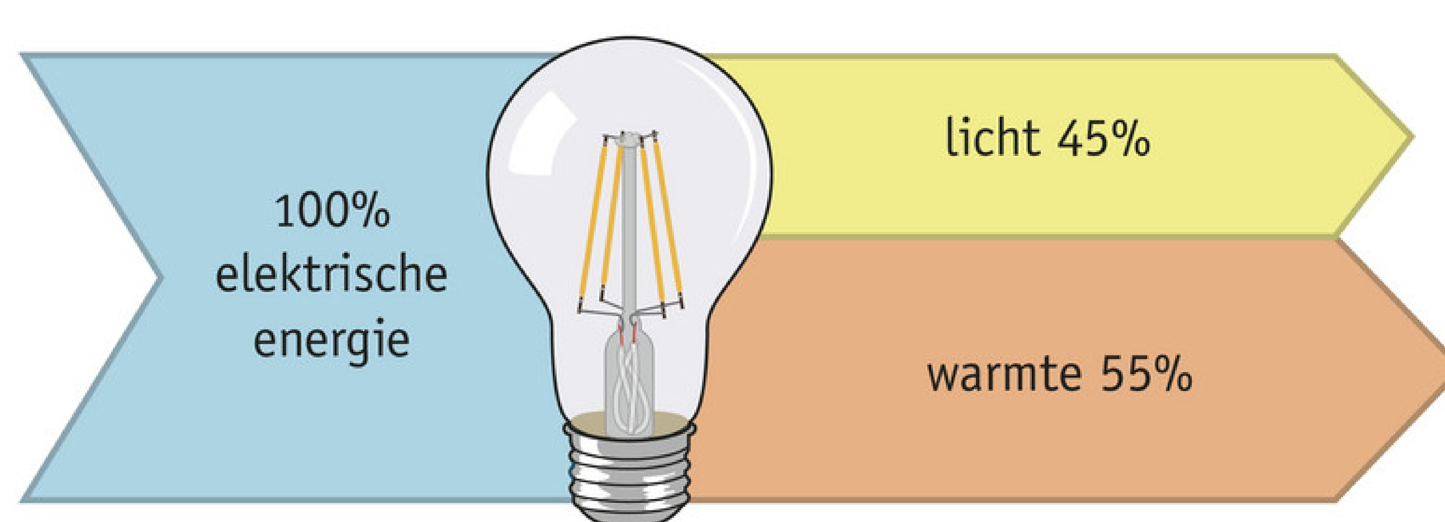
Een boormachine zet elektrische energie om in bewegingsenergie. Niet alle elektrische energie die naar de boormachine gaat, wordt omgezet in bewegingsenergie. Er ontstaat ook warmte.

RENDEMENT

Een elektrisch apparaat verbruikt elektrische energie. Het apparaat zet die energie om in een andere vorm van energie. Bijvoorbeeld: een lamp verbruikt elektrische energie en zet deze energie om in licht en warmte. De hoeveelheid energie die erin gaat, komt er ook weer uit. Energie verdwijnt niet.

Bij een lamp krijg je licht en warmte. Maar je gebruikt alleen het licht. De warmte van een lamp gebruik je niet. Daarom zeg je dat er energie verloren gaat aan warmte. Die energie verdwijnt niet. Ze wordt alleen omgezet in een soort energie die je niet wilt. Dat noem je **energieverlies**.

De elektrische energie die de lamp verbruikt, is 100% (afbeelding 1). Daarvan zet de lamp 45% om in licht. Licht is de **nuttige energie** van de lamp. Dit is de soort energie die je wilt van het apparaat. De rest van de energie wordt omgezet in warmte. De warmte gebruik je niet.



afbeelding 1 Het rendement van een ledlamp.

Je zegt: het **rendement** van deze lamp is 45%. Dat betekent dat de lamp 45% van de energie die de lamp verbruikt, omzet in nuttige energie. Hoeveel procent van de energie nuttig wordt gebruikt, is het rendement. De rest is energieverlies.
In tabel 1 staat het rendement van verschillende apparaten.

tabel 1 Het rendement van verschillende apparaten.

apparaat	rendement
motor van een scooter	25%
spaarlamp	40%
ledlamp (wit)	50%
verwarmingsketel	70%
hoogrendementsketel (hr-ketel)	90%

1 Het rendement van een spaarlamp is 40%.

a Wat betekent dat?
Dat betekent dat 40% van de elektrische energie *WEL* / *NIET* nuttig wordt gebruikt.

b ....% van de energie wordt *WEL* / *NIET* nuttig gebruikt.

2 Het rendement van een apparaat is 35%.
Wat betekent dat?

- ○ A Het apparaat gebruikt 35% van de energie nuttig.
- ○ B Het apparaat gebruikt 65% van de energie nuttig.
- ○ C Het apparaat kan 65% van de energie gebruiken.
- ○ D Het apparaat verliest 35% van de energie.

- Gebruik bij opdracht 3 tot en met 7 *BINAS* tabel 15 *Rendement bij energieomzettingen*.

3 Een elektrisch fornuis zet elektrische energie om in warmte.

a Welke kleur heeft die energie-omzetting in de tabel? ....

b Hoe groot is het rendement van een elektrisch fornuis?

Het rendement is ....%.

4

a Hoe groot is het rendement van een elektromotor? ....

b Hoe groot is het energieverlies aan warmte en geluid van een elektromotor? ....

5 Welke motor heeft een rendement van 35%?

- ○ A de motor van een bromfiets
- ○ B een benzinemotor
- ○ C een dieselmotor
- ○ D een raketmotor

6 Welke energie-omzetting vindt plaats in een windturbine (afbeelding 2)?

In een windturbine wordt .... omgezet

in ....



afbeelding 2 Een windturbine.

7 Sommige apparaten in *BINAS* tabel 15 hebben als doel elektrische energie om te zetten in warmte.
Welke apparaten zijn dat?

1 ....

2 ....

★ 8 Waarom kan het rendement nooit 100% zijn?

....

....

....

....

DE ACCU

In de accu van een auto is chemische energie opgeslagen (afbeelding 3). Ook in de accu van je telefoon is chemische energie opgeslagen. Die chemische energie wordt omgezet in elektrische energie. De accu van een auto heeft een spanning van 12 V. De accu van een telefoon heeft meestal een spanning van 3,8 V.



afbeelding 3 Een automonteur vervangt de accu.

Grote auto's gebruiken meer elektrische energie dan kleine auto's. Daarom zijn er verschillende soorten accu's: accu's voor grote auto's en accu's voor kleine auto's. De accu voor een grote auto moet een grote capaciteit hebben. De **capaciteit** geeft aan hoelang een accu een bepaalde hoeveelheid energie kan blijven leveren.

De capaciteit van een accu noteer je in ampère-uur (Ah). Een kleine personenauto heeft bijvoorbeeld een accu van 40 Ah. Bij een stroomsterkte van 4 ampère (A) duurt het 10 uur (h) voor de accu leeg is.

Capaciteit bereken je met de formule:

capaciteit = stroomsterkte × tijd

VOORBEELDOPDRACHT 1

Bereken de capaciteit van een accu die 5 uur lang 9 A kan leveren.

gegevens stroomsterkte = 9 A
tijd = 5 h

gevraagd capaciteit = ? Ah

uitwerking capaciteit = stroomsterkte × tijd
capaciteit = 9 × 5 = 45 Ah

De capaciteit is dus 45 Ah.

OPLAADBARE BATTERIJ

Een oplaadbare batterij is een soort accu (afbeelding 4). De capaciteit van een oplaadbare batterij is veel kleiner dan die van een accu. Daarom wordt de capaciteit van batterijen gegeven in milliampère-uur (mAh).
De capaciteit staat altijd op de batterij. Bijvoorbeeld 520 mAh op de linker batterij in afbeelding 4.



afbeelding 4 Op oplaadbare batterijen staat de capaciteit.

Oplaadbare batterijen zitten bijvoorbeeld in telefoons, draadloze speakers en tablets. Hoe groter de capaciteit van die batterij, hoe langer het apparaat blijft werken zonder opladen.

Een batterij van 800 mAh kan een uur lang 800 mA stroom leveren:
1 Ah = 1000 mAh
1 mAh = 0,001 Ah

Hoelang een apparaat kan werken op een batterij reken je uit met de formule:

tijd = capaciteit : stroomsterkte

VOORBEELDOPDRACHT 2

De draadloze speaker van Anouk heeft een batterij met een capaciteit van 6000 mAh. Door haar speaker loopt een stroom van 0,250 A.
Hoelang kan de speaker van Anouk doorspelen zonder dat ze hem hoeft op te laden?

gegevens stroomsterkte = 0,250 A = 250 mA
capaciteit = 6000 mAh

gevraagd tijd = ? h

uitwerking tijd = capaciteit : stroomsterkte
tijd = 6000 : 250 = 12 h

De speaker kan dus 12 uur doorspelen zonder op te laden.

Met de formule:

stroomsterkte = capaciteit : tijd

reken je uit hoeveel stroom er door een apparaat gaat.

9 Hoe groot is de spanning van de accu in een auto?

De spanning van de accu in een auto is .... V.

10 Welke soort energie is opgeslagen in een accu?

- ○ A bewegingsenergie
- ○ B chemische energie
- ○ C elektrische energie
- ○ D stralingsenergie

11 Welke soort energie levert een accu?

- ○ A bewegingsenergie
- ○ B chemische energie
- ○ C elektrische energie
- ○ D stralingsenergie

12 Het rendement van een batterij is 90%. In de batterij wordt chemische energie omgezet in elektrische energie.
Wat betekent deze energie-omzetting met een rendement van 90%?

- ○ A De batterij geeft 10% elektrische energie en 90% chemische energie.
- ○ B De batterij geeft 90% chemische energie en 10% elektrische energie.
- ○ C De batterij geeft 90% elektrische energie en 10% warmte.
- ○ D De batterij geeft 90% warmte en 10% chemische energie.

13 In een vrachtwagen zijn twee accu's van 12 V in serie geschakeld.
Hoe groot is de totale spanning van de accu's?

....

14 Hidde heeft in zijn auto een accu van 40 Ah. De accu is helemaal leeg en moet worden opgeladen. Hidde sluit de accu aan op een oplader. De oplader levert een stroom van 5 A.
Bereken de tijd die nodig is om de accu helemaal op te laden.

gegevens stroomsterkte = ... A

capaciteit = ... Ah

gevraagd tijd = ? h

uitwerking tijd = capaciteit : stroomsterkte

tijd = ... : .... = ... h

15 De capaciteit van de accu van Senna is 65 Ah. Senna zet haar auto in de garage en vergeet de verlichting uit te schakelen. Door de lampen loopt een stroom van 9,2 A.
Na hoeveel uur is de accu leeg? Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

gegevens stroomsterkte = ...

capaciteit = ...

gevraagd tijd = ?

uitwerking tijd = ...

tijd = ...

16 Sara heeft een elektrische rolstoel (afbeelding 5). Als haar rolstoel op maximale snelheid rijdt, loopt er een stroom van 20 A door de motor.
Als de accu's helemaal geladen zijn, kan de rolstoel 2,5 uur rijden op deze snelheid.
Wat is de totale capaciteit van de accu's?

gegevens stroomsterkte = ...

tijd = ...

gevraagd capaciteit = ? Ah

uitwerking capaciteit = ...

capaciteit = ... Ah



afbeelding 5 Sara op weg naar een afspraak.

17 Amber gebruikt een batterijoplader om een batterij op te laden. De oplader levert voor deze batterij een vermogen van 240 mW. De batterij heeft een spanning van 1,2 V.

a Bereken de stroomsterkte door de batterij.

gegevens vermogen = ... mW = ... W

spanning = ... V

gevraagd stroomsterkte = ? mA

uitwerking stroomsterkte = vermogen : spanning

stroomsterkte = ... : .... = ... A

= .... mA

b De capaciteit van de batterij is 1200 mAh.
Hoelang duurt het voordat één lege batterij helemaal is opgeladen?

gegevens stroomsterkte = ... mA

capaciteit = ... mAh

gevraagd tijd = ? h

uitwerking tijd = capaciteit : stroomsterkte (laadstroom)

tijd = ... : ....=.......................... h

18 De accu van een vrachtwagen laad je op met een acculader. Een lege accu laad je op met een laadstroom van 40 A. Na 15 uur is de accu helemaal opgeladen.

a Bereken de capaciteit van de accu.

....

....

....

....

....

....

....

b De accu van een vrachtwagen heeft een spanning van 24 V.
Bereken het vermogen van de acculader.

....

....

....

....

....

....

....

★ **19** De capaciteit van de batterij van een filmcamera is 1500 mAh. Daarmee kan 30 minuten worden gefilmd.
Hoe groot moet de capaciteit van een batterij zijn als er 2 uur moet worden gefilmd?

....

....

....

....

20 In de laptop van Tijn zit een batterij van 5200 mAh. De batterij is kapot en Tijn zoekt een nieuwe op internet. Hij vindt een batterij van 5,2 Ah.
Is deze batterij geschikt voor de laptop van Tijn?

JA / *NEE*, want ....

....

★ 21 Een oplaadbare batterij heeft een spanning van 3,6 V. Op de batterij wordt een camera aangesloten met een vermogen van 5,4 W.

a Bereken de stroomsterkte door de camera in milliampère (mA).

gegevens spanning = ...

vermogen = ...

gevraagd stroomsterkte = ? mA

uitwerking stroomsterkte = ... : ....

....

....

....

b De batterij heeft een capaciteit van 3750 mAh.
Hoelang kan de camera achter elkaar blijven filmen?

gegevens stroomsterkte = ... mA

capaciteit = ... mAh

gevraagd tijd = ?

uitwerking tijd = ...

....

....

22 Bashar heeft oplaadbare batterijen gekocht. Hij gebruikt twee batterijen in zijn draagbare geluidsbox. Een batterij heeft een capaciteit van 3600 mAh. De batterijen zijn na 8 uur leeg.
Bereken de stroomsterkte in milliampère (mA).

....

....

....

....

....

....

....

Werken als rolstoelmonteur beroep



Aziz werkt bij een bedrijf dat elektrische rolstoelen onderhoudt en repareert. Aziz heeft na het vmbo de opleiding Monteur service en onderhoud installaties gevolgd. Hij werkte eerst bij een groot bedrijf. Daar moest hij grote machines onderhouden.

Aziz: “Mijn zus gebruikt een rolstoel. Zo kwam ik in contact met de eigenaar van het bedrijf waar ik nu werk. Het werken aan rolstoelen vind ik leuker dan grote machines onderhouden.” In een elektrische rolstoel zitten veel onderdelen. Deze kunnen allemaal stuk gaan. Aziz: “Vaak vinden gebruikers dat ze niet lang genoeg kunnen rijden met hun rolstoel. Dit probleem kan ik oplossen.”

23 Lees de tekst ‘Werken als rolstoelmonteur’.
Wat kan Aziz doen om ervoor te zorgen dat gebruikers langer kunnen rijden met hun rolstoel?

....

....

ONTHOUD

Het rendement is hoeveel energie een apparaat nuttig verbruikt (in procenten).

In een accu is chemische energie opgeslagen.
De chemische energie wordt omgezet in elektrische energie.

Capaciteit geeft aan hoelang een accu een bepaalde hoeveelheid energie kan blijven leveren.
De eenheid van capaciteit is ampère-uur (Ah).

De capaciteit van een batterij wordt gegeven in milliampère-uur (mAh).

De capaciteit bereken je met de formule:
capaciteit = stroomsterkte × tijd

De tijd die een apparaat op een batterij kan werken, bereken je met:
tijd = capaciteit : stroomsterkte

Je berekent de stroomsterkte die door een apparaat loopt met:
stroomsterkte = capaciteit : tijd



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelfs*.

5 Elektrische apparaten

LEERDOELEN

8.5.1 Je kunt uitleggen waar de verschillende kleuren elektriciteitsdraden voor dienen.
8.5.2 Je kunt uitleggen wat kortsluiting is.
8.5.3 Je kunt beschrijven wat de gevaren van elektriciteit kunnen zijn.
8.5.4 Je kunt uitleggen wat de functie van randaarde is.
8.5.5 Je kunt uitleggen welke apparaten dubbele isolatie hebben.
8.5.6 Je kunt beschrijven waarvoor je een transformator gebruikt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN							
	8.5.1	8.5.2	8.5.3	8.5.4	8.5.5	8.5.6	8.1.3*	8.3.1*
Onthouden	4ab	1, 2	3		14	15		
Begrijpen	8, 10		5, 6, 12a	11a	12b, 13a	16	13c	13b
Toepassen			7	9ab				
Analyseren				9c, 11b	12c			

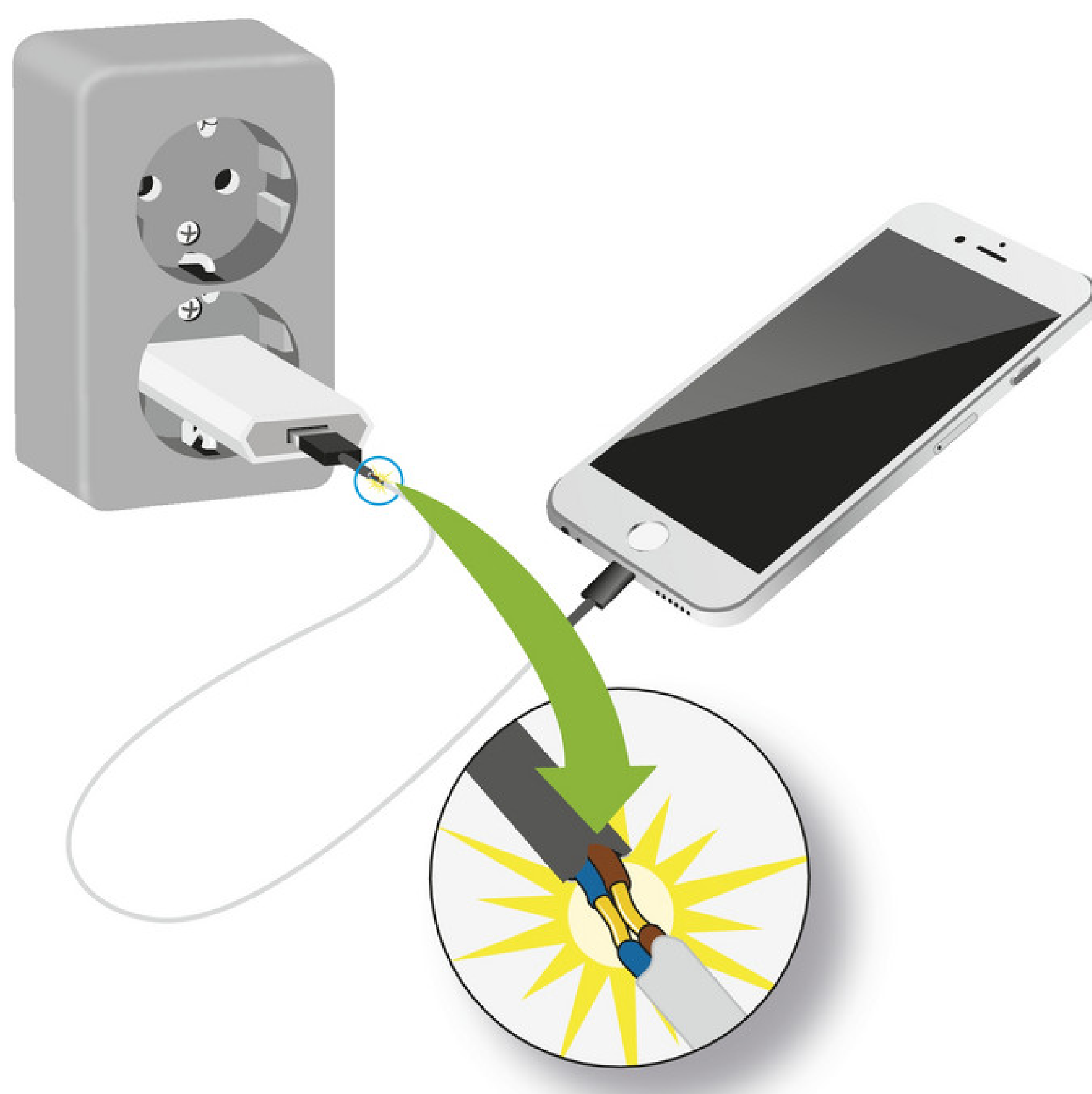
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Elektrische apparaten werken op elektriciteit. Elektriciteit kan gevaarlijk zijn. Daarom zijn elektrische apparaten beveiligd.

GEVAREN VAN ELEKTRICITEIT

Als de stroomkring gesloten is, loopt er stroom door een apparaat. De stroom gaat door de **fasedraad** (bruin) naar het apparaat. Door de **nuldraad** (blauw) gaat de stroom terug naar het stopcontact. De fasedraad en de nuldraad zitten naast elkaar in het snoer van het apparaat.

Stroomdraden zijn gemaakt van koperdraad. Als twee koperdraden tegen elkaar komen, ontstaat **kortsluiting**. Bij kortsluiting raken het koper in de fasedraad en het koper in de nuldraad elkaar (afbeelding 1). Daardoor wordt de stroom door de draad meteen heel groot. De draden worden dan erg heet. Er kan dan brand ontstaan.



afbeelding 1 Kortsluiting in een snoer.

Om kortsluiting te voorkomen, zijn de draden in een apparaat geïsoleerd. De isolatie is een laagje kunststof. Kunststof is een isolator. Dat betekent dat de stroom niet door het kunststof heen kan stromen. De isolatie van de fasedraad is bruin. De isolatie van de nuldraad is blauw.

Als je een koperen draad aanraakt als er spanning op staat, dan krijg je een schok. Er gaat dan een stroom door je lichaam. Is de spanning klein, dan is de stroom klein. Dat is niet gevaarlijk. Bij een grote spanning is de stroom groot. Een grote stroom door je lichaam is levensgevaarlijk. Je kunt dus doodgaan.

Een natte huid laat de stroom gemakkelijker door dan een droge huid. Met een natte huid is elektriciteit dus extra gevaarlijk. Bijvoorbeeld in de badkamer.

1 Waarom worden elektrische draden geïsoleerd?

....

....

....

2 Wat gebeurt er als een niet-geïsoleerde fasedraad en een niet-geïsoleerde nuldraad elkaar raken?

Dan ontstaat ....

3 Wat kan er door kortsluiting gebeuren?

Door kortsluiting kan .... ontstaan.

4
a Wat is de kleur van de fasedraad? ....

b Wat is de kleur van de nuldraad? ....

5 De stroom door je lichaam is het grootst als je huid *DROOG* / *NAT* is.

6 Als je schrikdraad in een weiland aanraakt, krijg je een schok.
Wanneer voel je de grootste schok?

○ A Als je helemaal droog bent en met droge handen de draad vasthoudt.
○ B Als je helemaal droog bent en met natte handen de draad vasthoudt.
○ C Als je kleren nat zijn en je met droge handen de draad vasthoudt.
○ D Als je kleren nat zijn en je met natte handen de draad vasthoudt.

★ 7 Leg uit waarom je in een badkamer heel voorzichtig moet zijn met elektriciteit.

....

....

....

....

RANDAARDE

Sommige apparaten hebben een metalen buitenkant. Bijvoorbeeld een wasmachine en een waterkoker. Metaal is een goede geleider voor elektrische stroom. Als in zo'n apparaat een draad kapotgaat, kan de metalen buitenkant onder spanning komen te staan.

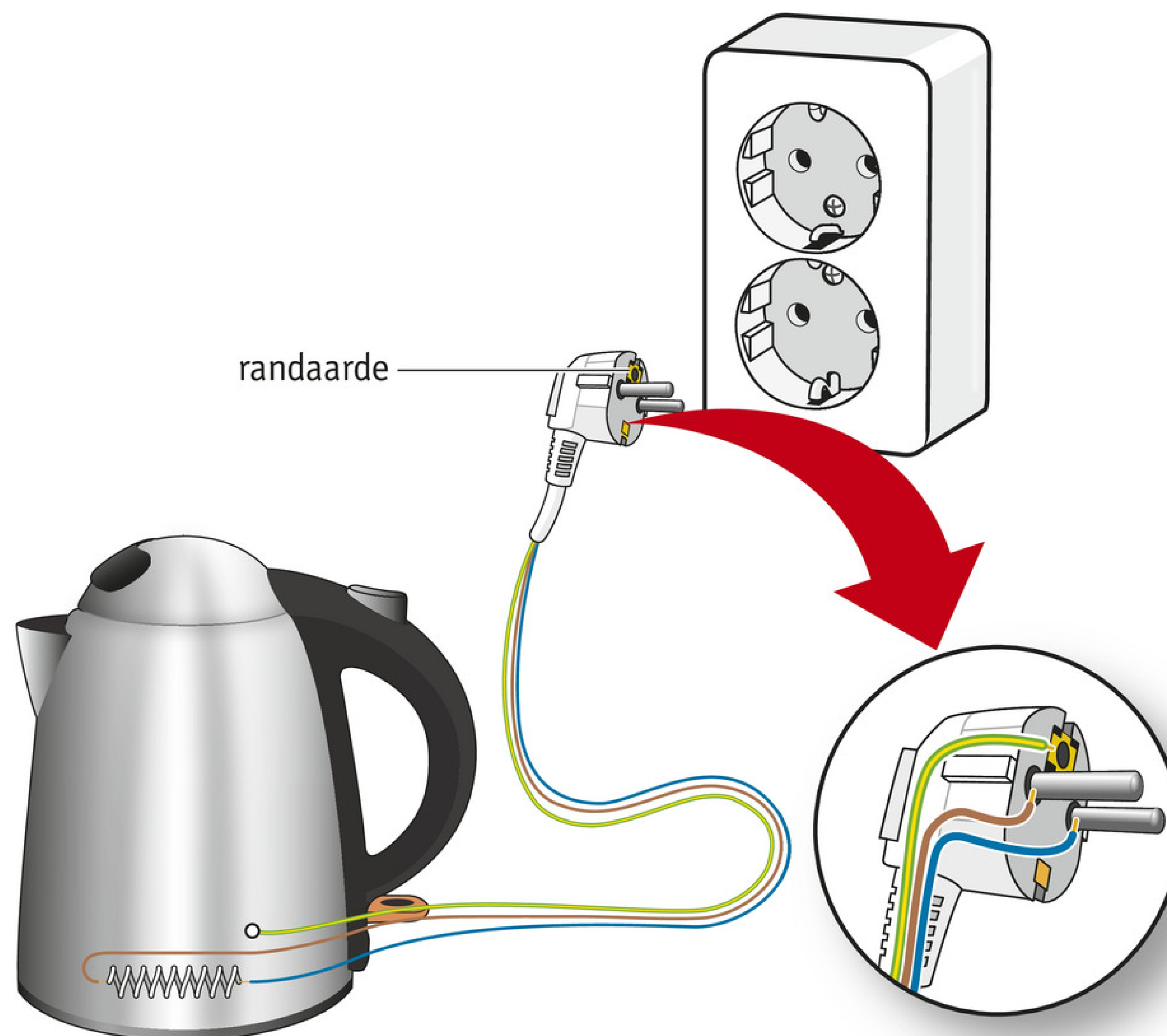
In de waterkoker van afbeelding 2 is een draad kapot. Als je de stekker in het stopcontact steekt, komt de waterkoker onder spanning te staan. Als je het apparaat dan aanraakt, kan er stroom door je lichaam lopen. Dat is levensgevaarlijk.



afbeelding 2 Door een kapotte draad kan de buitenkant onder spanning staan.

In afbeelding 3 zie je een andere waterkoker. Het snoer van dit apparaat heeft drie draden:

- de fasedraad (bruin);
- de nuldraad (blauw);
- de aardedraad (groengeel).



afbeelding 3 Deze waterkoker heeft een aardedraad.

De groengele draad is de **aardedraad**. Deze draad verbindt het metaal van het apparaat met de aarde. Dat gaat via de **randaarde** in het stopcontact. De randaarde is een metalen pin aan de rand van het stopcontact (afbeelding 4). Deze pin is verbonden met de aarde in de meterkast. In de meterkast is een metalen staaf enkele meters in de grond geslagen. Het apparaat is hierdoor geaard (verbonden met de aarde).



afbeelding 4 Twee stopcontacten met randaarde. De metalen pinnen zijn duidelijk zichtbaar aan de bovenkant en onderkant.

Als de buitenkant van de waterkoker onder spanning komt, loopt de stroom door de aardedraad. De waterkoker staat dan niet meer onder spanning.

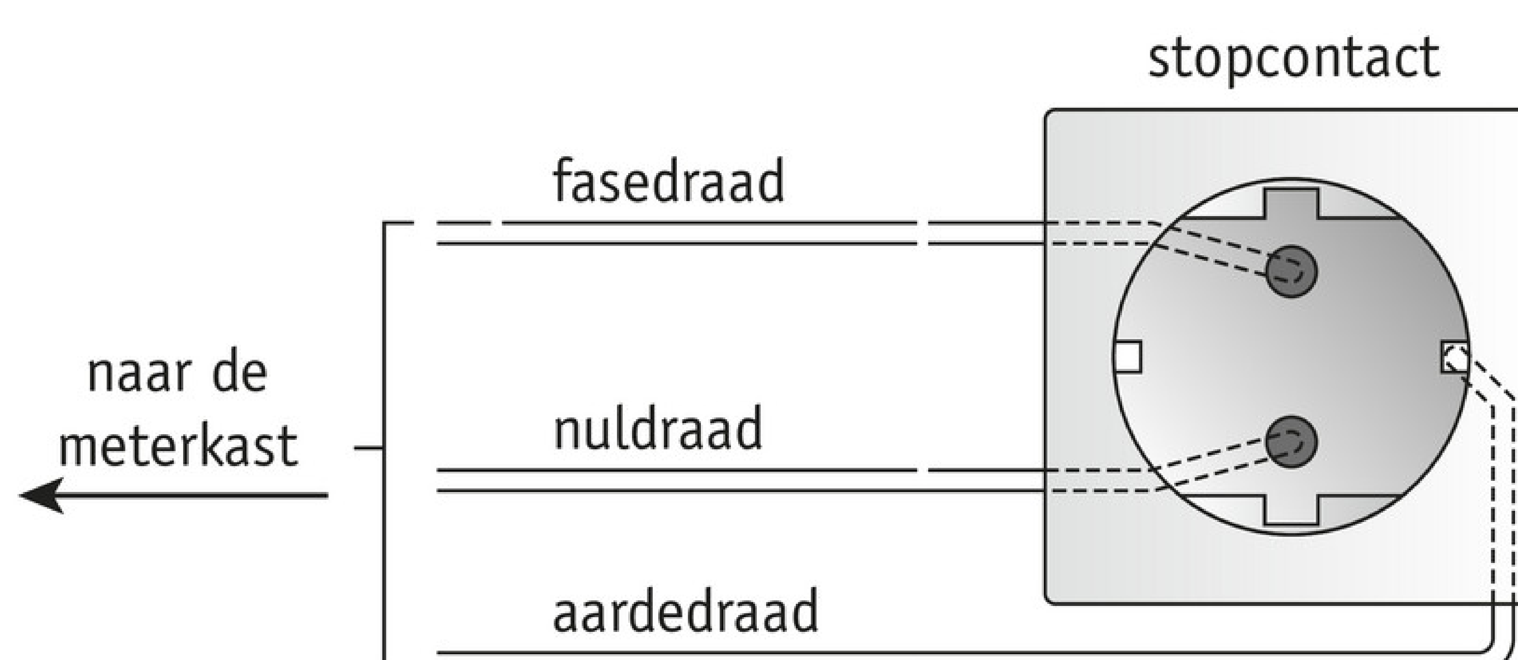
8 De metalen buitenkant van een broodrooster staat onder spanning.
Van welke draad in het broodrooster is dan de isolatie kapot?
- ○ A van de aardedraad
- ○ B van de fasedraad
- ○ C van de nuldraad

★ 9 Tomas bakt kroketten in een elektrische frituurpan. Terwijl hij bakt, gaat de frituurpan plotseling uit. In de frituurpan is een draad losgeraakt waar spanning op staat. Het koper van de draad komt tegen de metalen wand van de frituurpan. Tomas raakt de frituurpan aan. Hij krijgt geen elektrische schok.

a Is de frituurpan aangesloten op een stopcontact met randaarde? *JA / NEE*
b Werkt de aarde van de frituurpan en van het stopcontact goed? *JA / NEE*
c Wat zou er zijn gebeurd als Tomas een stopcontact zonder randaarde had gebruikt?

....

10  Kleur de draden in afbeelding 5 in de juiste kleur.

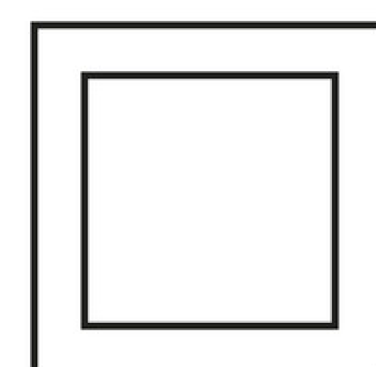


afbeelding 5 Geef de draden de juiste kleur.

DUBBELE ISOLATIE

Veel apparaten hebben **dubbele isolatie**. Ze hebben twee aparte lagen isolatie. De eerste laag is het kunststof laagje rond de draden. De tweede laag isolatie zit daar nog eens omheen. Meestal is die tweede laag de kunststof buitenkant van het apparaat.

Een apparaat met dubbele isolatie kun je herkennen aan het symbool in afbeelding 6.



afbeelding 6 Het symbool voor dubbele isolatie.

11 Achmed gebruikt een handboormachine die is aangesloten op 230 V. De boormachine is dubbel geïsoleerd. Door zwaar werk wordt de boormachine overbelast. De boormachine begint te roken en te stinken. De boormachine is kapot.

a Komt er spanning op de buitenkant van de boormachine te staan? *JA / NEE*
b Krijgt Achmed een elektrische schok van de boormachine? *JA / NEE*
c Leg je antwoord op vraag a en b uit.

....

....

....

....

12 In afbeelding 7 zie je drie typeplaatjes van verschillende elektrische apparaten.

a Welke typeplaatjes horen bij apparaten met dubbele isolatie?
☐ A typeplaatje a
☐ B typeplaatje b
☐ C typeplaatje c

b Welk apparaat heeft een vermogen van 1 kW?
○ A apparaat a
○ B apparaat b
○ C apparaat c

c Hoe groot is de stroomsterkte door apparaat c? ....

afbeelding 7 Drie typeplaatjes van elektrische apparaten.



a

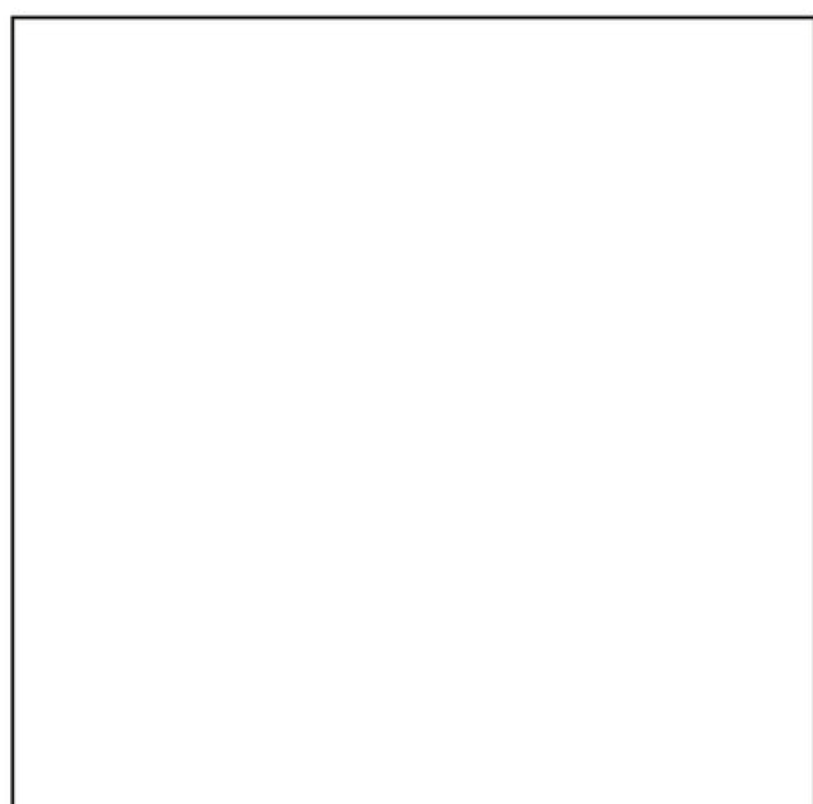


b



c

13  Teken in het vak het symbool voor dubbele isolatie.



TRANSFORMATOR

Veel elektrische apparaten die je in huis gebruikt, werken op 230 V. Ze hebben een snoer met een stekker. De stekker steek je in het stopcontact. Er zijn ook apparaten die werken op een kleinere spanning. Deze apparaten kun je toch op 230 V aansluiten. Je hebt dan een **transformator** nodig. Een transformator is een apparaat dat de spanning kan verkleinen of vergroten.

Een laptop werkt op ongeveer 15 V. De transformator in de oplader zet de spanning van 230 V om naar 15 V (afbeelding 8). Zo kan de batterij van de laptop veilig worden opgeladen.



afbeelding 8 De oplader levert de juiste spanning.

In een elektriciteitscentrale wordt elektriciteit gemaakt met een spanning van 20 000 V. Over een hoogspanningsleiding staat een spanning van 380 000 V (afbeelding 9). Grote transformatoren zetten de spanning van 20 000 V om naar 380 000 V (afbeelding 10). De spanning wordt dus flink vergroot.



afbeelding 9 Hoogspanningsleidingen hangen aan masten.



afbeelding 10 Twee transformatoren die de spanning vergroten.

14 Wat kunnen transformatoren doen met spanning?

- ○ A alleen de spanning verkleinen
- ○ B alleen de spanning vergroten
- ○ C de spanning vergroten of verkleinen

15 Alex sluit een deurbel aan op het lichtnet. De spanning van het lichtnet is 230 V.
Dit is te groot om de deurbel veilig te bedienen.
Om de spanning te verlagen, gebruikt Alex een bepaald onderdeel.
Welk onderdeel is dat?

....

naar: examen 2018 - variant 2

ONTHOUD

De kleur van de fasedraad is bruin.
De kleur van de nuldraad is blauw.
De kleur van de aardedraad is groengeel.

Bij kortsluiting raken het koper van de fasedraad en het koper van de nuldraad elkaar.
Bij kortsluiting wordt de stroom heel groot en kan er brand ontstaan.

Aanraken van een apparaat onder spanning kan levensgevaarlijk zijn.
Als je huid nat is, gaat de stroom er gemakkelijk doorheen.

De aardedraad verbindt het metaal van het apparaat met de aarde.

Bij een apparaat met dubbele isolatie kan nooit spanning op de buitenkant staan.

Een transformator kan de spanning vergroten of verkleinen.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelfs*.

6 De huisinstallatie

LEERDOELEN

8.6.1 Je kunt uitleggen wat overbelasting is.
8.6.2 Je kunt uitleggen hoe een stroomkring kan worden beveiligd met een groepszekering.
8.6.3 Je kunt de functie van een hoofdzekering in een huisinstallatie beschrijven.
8.6.4 Je kunt de functie van een aardlekschakelaar beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	8.6.1	8.6.2	8.6.3	8.6.4	8.5.2*	8.5.3*
Onthouden	1	3, 6	7	9, 10, 11	2	
Begrijpen		4, 5		12, 15		
Toepassen		13b	8, 13c	13d, 14		13a
Analyseren				13e		

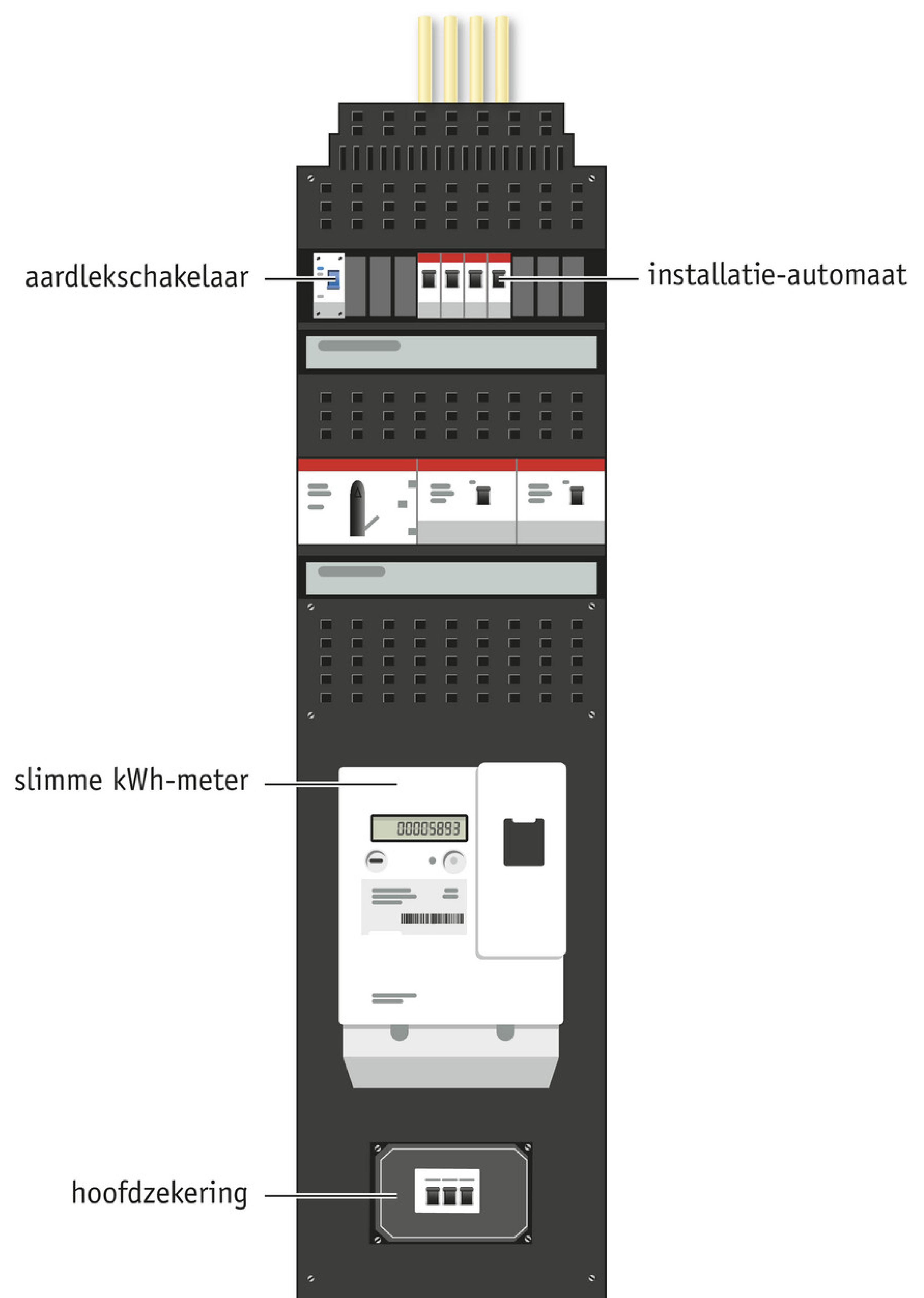
* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Apparaten zijn aangesloten op de huisinstallatie. In de groepenkast komt alles bij elkaar. Er zijn verschillende beveiligingen ingebouwd.

DE GROEPENKAST

De huisinstallatie is verdeeld in groepen. Alle stopcontacten en lichtpunten in een huis zijn aangesloten op de groepenkast (afbeelding 1). De groepenkast vind je in de meterkast. In de meterkast hangen de meters voor gas en elektriciteit en vaak ook de watermeter.

Als veel apparaten tegelijk zijn ingeschakeld, kan de stroom in een groep te groot worden. Als er te veel apparaten tegelijk aanstaan, is de stroom in de groep te groot. Dat noem je **overbelasting**. Bij overbelasting kunnen stroomdraden erg heet worden. Daardoor ontstaat brandgevaar. Elke groep is daarom beveiligd tegen overbelasting met een **groepszekering**.



afbeelding 1 De groepenkast in de meterkast.

In veel groepenkasten is die groepszekering een **installatie-automaat** (afbeelding 2). Dit is een automatische schakelaar die uitschakelt als de stroom in de groep te groot wordt. De spanning in de groep valt dan weg.



afbeelding 2 Een groepenkast met een uitgeschakelde groep.

In oudere groepenkasten is de groepszekering een **smeltveiligheid** (afbeelding 3). Dit is een porseleinen omhulsel met een dun draadje erin. Het draadje brandt door als de stroom in de groep te groot wordt. Aan de kleur van het dopje op de smeltveiligheid kun je zien hoeveel stroom ze maximaal doorlaat. Een smeltveiligheid wordt ook wel ‘stop’ genoemd.



afbeelding 3 Een smeltveiligheid van 16 A met een grijs dopje.

Bij overbelasting of kortsluiting in een groep schakelt de groepszekering de spanning van die groep uit. Misschien zijn te veel apparaten tegelijk aangesloten. Of er is ergens kortsluiting. Je moet dan eerst de storing oplossen. Daarna kun je de stroom weer inschakelen. Bij een installatie-automaat zet je de schakelaar om. Een kapotte smeltveiligheid moet je vervangen door een nieuwe.

Op de gehele huisinstallatie zit ook een **hoofdzekering** (afbeelding 1). Als de hoofdzekering uitschakelt, is er geen elektriciteit meer in het hele huis. De hoofdzekering is aangelegd door het elektriciteitsbedrijf. Een hoofdzekering is afgesloten met een zegel. Die mag je niet verbreken. Je mag de hoofdzekering dus niet zelf vervangen.

1 Wat gebeurt er als te veel apparaten in één groep zijn ingeschakeld?
Dan ontstaat *KORTSLUITING / OVERBELASTING*.

2 Wat gebeurt er als het koper van de fasedraad en de nuldraad elkaar raken?
Dan ontstaat *KORTSLUITING / OVERBELASTING*.

3 Met welke twee soorten groepszekeringen kun je een groep beveiligen?
- ○ A met dubbele isolatie en een installatie-automaat
- ○ B met een installatie-automaat en een smeltveiligheid
- ○ C met een stopcontact met randaarde en dubbele isolatie
- ○ D met een stopcontact met randaarde en een smeltveiligheid

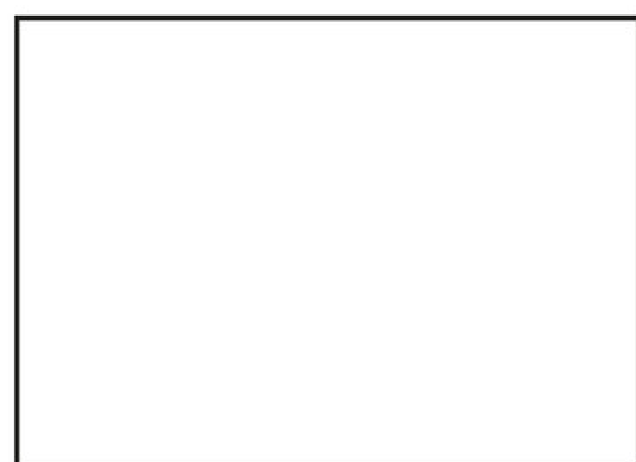
4 Wanneer schakelt een installatie-automaat een groep uit? Er zijn meer antwoorden goed.
- ☐ A Als een apparaat in die groep kapotgaat.
- ☐ B Als er kortsluiting is in die groep.
- ☐ C Als er overbelasting is in die groep.
- ☐ D Als je een apparaat in die groep aanraakt waar spanning op staat.

5 Geef twee oorzaken waardoor het draadje in een smeltveiligheid kan doorsmelten.

1 De stroom in de smeltveiligheid ....

2 De stroom in de smeltveiligheid ....

6  Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*.
Teken het symbool van een smeltveiligheid.



7 Mag je een hoofdzekering zelf vervangen? *JA / NEE*

8 In een huisinstallatie zitten vier installatie-automaten en één hoofdzekering. Door kortsluiting in groep 2 schakelt de installatie-automaat van die groep uit. Ook smelt de smeltdraad in de hoofdzekering door.
Welke bewering is juist?
- ○ A Er is alleen elektriciteit in de groepen 1, 3 en 4.
- ○ B Er is alleen elektriciteit in groep 2.
- ○ C Er is in het hele huis elektriciteit.
- ○ D Er is in het hele huis geen elektriciteit.

DE AARDLEKSCHAKELAAR

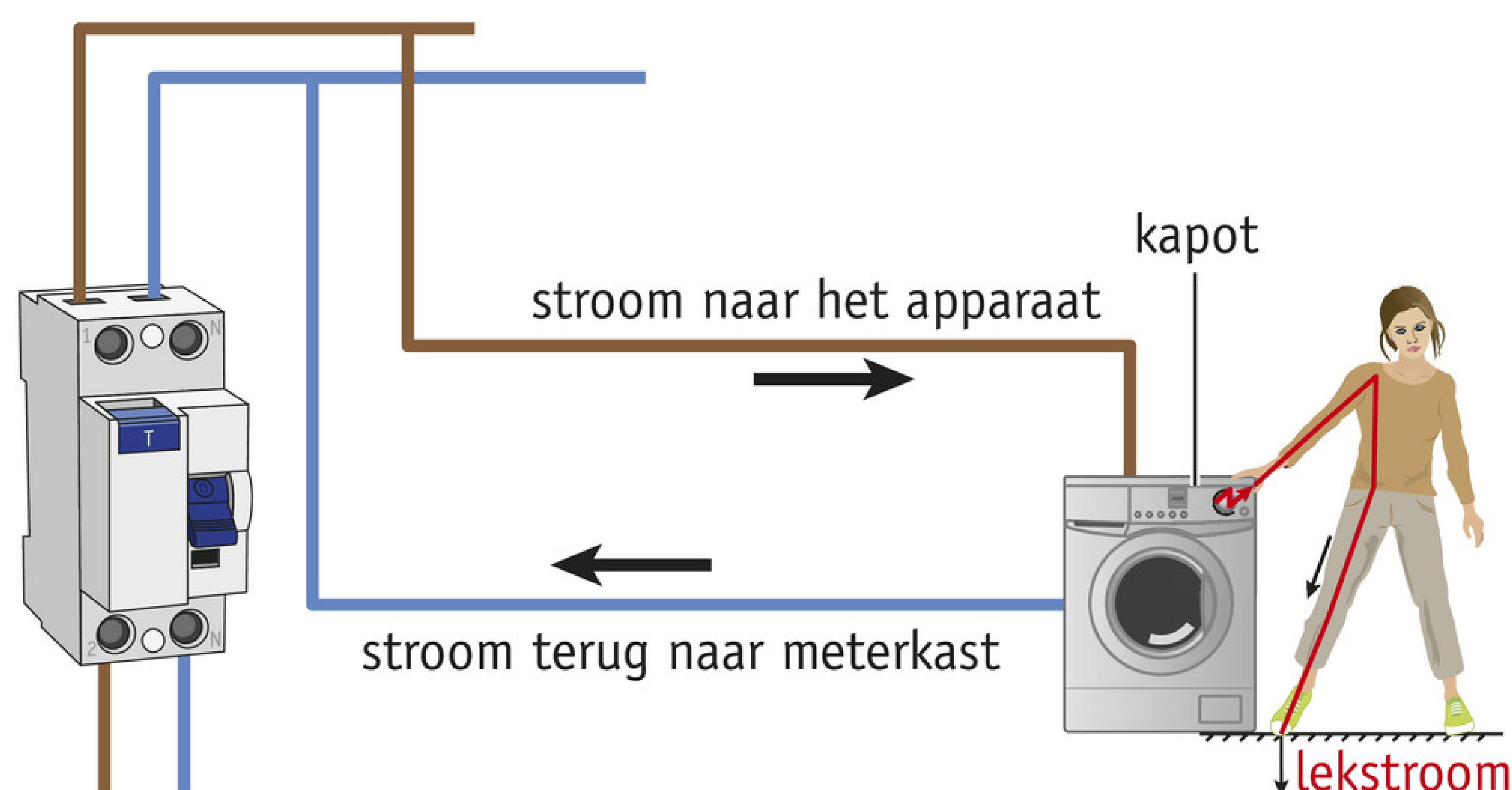
In de meterkast hebben meerdere groepen samen vaak één **aardlekschakelaar** (afbeelding 4). De aardlekschakelaar is een onderdeel van een gesloten stroomkring. De stroom gaat door de fasedraad via de aardlekschakelaar naar een apparaat. De stroom die terugkomt via de nuldraad, gaat ook door de aardlekschakelaar.



afbeelding 4 Eén aardlekschakelaar voor drie groepen.

Als het goed is, is de stroom die door de fasedraad en de nuldraad gaat, even groot. Maar de isolatie van stroomdraden of van een apparaat kan kapotgaan. Er kan dan stroom weglekken uit het apparaat. De stroom die terugkomt bij de aardlekschakelaar is dan kleiner. Als er meer dan 30 mA stroom weglekt, schakelt de aardlekschakelaar de spanning uit.

Ook als een mens of dier het kapotte apparaat aanraakt, kan er stroom weglekken (afbeelding 5). De stroom gaat dan door het lichaam naar de aarde. Ook dan zal de aardlekschakelaar de spanning uitschakelen.



afbeelding 5 Een lekstroom ontstaat door aanraken van een apparaat onder spanning.

Een lekstroom van 30 mA is gelijk aan 0,030 A. Deze stroomsterkte is gevaarlijk. De aardlekschakelaar moet de spanning dus heel snel uitschakelen. Een goede aardlekschakelaar doet dat in minder dan 0,2 seconden.

9 Een aardlekschakelaar is een onderdeel van een .... stroomkring.

10 Als de stroom door de fase en door de nul even groot is, schakelt de aardlekschakelaar *WEL* / *NIET* uit.

11 In hoeveel tijd schakelt een goede aardlekschakelaar de spanning uit?

○ A in minder dan 0,2 seconden
○ B tussen 0,2 en 2 seconden
○ C in ongeveer 2 seconden

12 In een wasserette staat een wasmachine in een vochtige ruimte. Door het vocht in de lucht ontstaan lekstromen in de machine. De aardlekschakelaar schakelt uit als de wasmachine aanstaat.
Hoe groot is de lekstroom minstens?

De lekstroom is dan minstens .... mA. Dat is gelijk aan .... A.

★ 13 Masiera gebruikt een föhn om haar haren te drogen. De föhn heeft geen dubbele isolatie. Masiera steekt de stekker van de föhn in een stopcontact zonder randaarde. De föhn raakt defect en komt onder spanning te staan. Hierdoor gaat er een stroom van 250 mA door het lichaam van Masiera.
In de meterkast zit:

- een installatie-automaat van 16 A;
- een aardlekschakelaar van 30 mA;
- een hoofdzekering van 25 A.

a Door het defect komt Masiera *WEL* / *NIET* onder spanning te staan.
b De installatie-automaat schakelt *WEL* / *NIET* uit.
c De draad in de hoofdzekering brandt *WEL* / *NIET* door.
d De aardlekschakelaar schakelt *WEL* / *NIET* uit.
e Waardoor wordt het leven van Masiera gered?

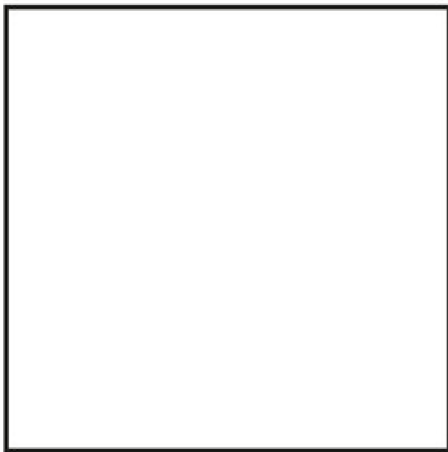
○ A Doordat de aardlekschakelaar op tijd de stroom uitschakelt.
○ B Doordat de draad in de hoofdzekering op tijd smelt.
○ C Doordat de installatie-automaat de stroom op tijd uitschakelt.
○ D Doordat de stroom door de aardedraad weg kan.

14 In tabel 1 staan vijf soorten beveiliging voor elektriciteit. In de tabel staan ook vijf situaties die gevaar op kunnen leveren.
Kruis in de tabel aan bij welke soort gevaar de beveiliging werkt.

tabel 1 Soorten beveiliging voor elektriciteit.

situatie	beveiliging				
	randaarde	dubbele isolatie	smeltveiligheid	installatie-automaat	aardlek-schakelaar
Aanraking van de buitenkant van een kunststof apparaat waarin draden losliggen					
Aanraking van de buitenkant van een metalen apparaat dat onder spanning staat. Het apparaat heeft randaarde.					
Aanraking van de buitenkant van een metalen apparaat dat onder spanning staat. Het apparaat heeft geen randaarde.					
Kortsluiting in een apparaat					
Overbelasting in een groep					

15 Gebruik *BINAS* tabel 12 *Elektrotechnische symbolen*.
Teken het symbool van een aardlekschakelaar.



★ 16 Een geaard apparaat gaat kapot. De nuldraad komt tegen de metalen buitenkant van het apparaat. De stekker zit in een stopcontact met randaarde.
Martijn pakt het apparaat met natte handen vast. Adinda pakt het apparaat met droge handen vast.

a Voelen Martijn en Adinda allebei een elektrische schok? *JA / NEE*

b Leg je antwoord uit.

....

....

....

....

ONTHOUD

Alle stopcontacten en lichtpunten in een huis zijn aangesloten op de groepenkast.

Bij overbelasting en kortsluiting is de stroomsterkte in een groep te groot.
Een groep is beveiligd tegen overbelasting en kortsluiting met een groepszekering.
De groepszekering kan een installatie-automaat of een smeltveiligheid zijn.
Bij overbelasting en kortsluiting schakelt de installatie-automaat de spanning uit.

De hoofdzekering schakelt de stroom in het hele huis uit.

De aardlekschakelaar controleert of er lekstroom is.
Bij een lekstroom van meer dan 30 mA schakelt de aardlekschakelaar de spanning uit.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelfs*.

Leerstofoverzicht

8.1 ELEKTRISCHE STROOM

ONTHOUD

- Een stroommeter meet de sterkte van de stroom door een schakeling.
- De stroomsterkte wordt aangegeven in ampère (A).
- Een stroommeter sluit je altijd in serie aan.
- De stroomsterkte in een serieschakeling is overal even groot.
- De totale stroomsterkte in een parallelschakeling verdeelt zich over de vertakkingen.
- De totale stroomsterkte in een parallelschakeling bereken je door de stroomsterktes die door de vertakkingen gaan, bij elkaar op te tellen.
- Dit kun je opschrijven met de formule:
  totale stroomsterkte = stroomsterkte 1 + stroomsterkte 2 + stroomsterkte 3

BEGRIPPEN

ampèremeter
Andere naam voor stroommeter.

gesloten stroomkring
Stroomkring waarin de stroom rondloopt.

parallelschakeling
Schakeling met meer dan één stroomkring.

serieschakeling
Schakeling met één stroomkring.

spanningsbron
Voorwerp dat spanning levert.

stroommeter
Apparaat waarmee je de stroomsterkte in een schakeling meet.

totale stroomsterkte
De stroomsterkte door alle vertakkingen in een parallelschakeling bij elkaar opgeteld.

8.2 SPANNING

ONTHOUD

- De spanning over een apparaat meet je met een spanningsmeter (voltmeter).
- De spanning wordt aangegeven in volt (V).
- Een spanningsmeter wordt altijd parallel geschakeld.
- In een parellelschakeling is de spanning over alle apparaten en lampen gelijk.
- In een serieschakeling wordt de spanning over de apparaten en lampen verdeeld.

BEGRIPPEN

spanningsmeter
Apparaat waarmee je de spanning over een apparaat, lamp of batterij meet.

voltmeter
Andere naam voor spanningsmeter.

8.3 ENERGIEVERBRUIK

ONTHOUD

- Vermogen is de verbruikte energie per seconde.
- De eenheid van vermogen is watt (W).
- Bij een klein vermogen gebruik je milliwatt (mW).
  1 mW = 0,001 W
- Bij een groot vermogen gebruik je kilowatt (kW).
  1 kW = 1000 W
- Het vermogen bereken je met de formule:
  vermogen = spanning × stroomsterkte
- De hoeveelheid energie wordt gemeten in kilowattuur (kWh).
- De energie die een apparaat verbruikt, bereken je met de formule:
  energie = vermogen × tijd
- De kosten voor de energie bereken je met de formule:
  kosten = energie × prijs van 1 kWh

BEGRIPPEN

kilowattuurmeter
Meter die bijhoudt hoeveel energie alle apparaten in huis verbruiken.

vermogen
Energie die een apparaat per seconde verbruikt.

8.4 RENDEMENT EN CAPACITEIT

ONTHOUD

- Het rendement is hoeveel energie een apparaat nuttig verbruikt (in procenten).
- In een accu is chemische energie opgeslagen.
- De chemische energie wordt omgezet in elektrische energie.
- Capaciteit geeft aan hoelang een accu een bepaalde hoeveelheid energie kan blijven leveren.
- De eenheid van capaciteit is ampère-uur (Ah).
- De capaciteit van een batterij wordt gegeven in milliampère-uur (mAh).
- De capaciteit bereken je met de formule:
  capaciteit = stroomsterkte × tijd
- De tijd die een apparaat op een batterij kan werken, bereken je met:
  tijd = capaciteit : stroomsterkte
- Je berekent de stroomsterkte die door een apparaat loopt met:
  stroomsterkte = capaciteit : tijd

BEGRIPPEN

capaciteit
Geeft aan hoelang een accu een bepaalde hoeveelheid energie kan blijven leveren.

energieverlies
De energie die je niet wilt, maar die toch ontstaat.

nuttige energie
De energie waarvan je wilt dat die ontstaat.

rendement
Hoeveel procent van verbruikte energie nuttig wordt gebruikt.

8.5 ELEKTRISCHE APPARATEN

ONTHOUD

- De kleur van de fasedraad is bruin.
- De kleur van de nuldraad is blauw.
- De kleur van de aardedraad is groengeel.
- Bij kortsluiting raken het koper van de fasedraad en het koper van de nuldraad elkaar.
- Bij kortsluiting wordt de stroom heel groot en kan er brand ontstaan.
- Aanraken van een apparaat onder spanning kan levensgevaarlijk zijn.
- Als je huid nat is, gaat de stroom er gemakkelijk doorheen.
- De aardedraad verbindt het metaal van een apparaat met de aarde.
- Bij een apparaat met dubbele isolatie kan nooit spanning op de buitenkant staan.
- Een transformator kan de spanning vergroten of verkleinen.

BEGRIPPEN

aardedraad
Draad die het metaal van een apparaat verbindt met de aarde.

dubbele isolatie
Manier van isoleren waarbij twee lagen isolatie worden aangebracht (rond de onderdelen waar de stroom doorheen loopt en aan de buitenkant van het apparaat).

fasedraad
Draad waardoor de stroom naar een apparaat gaat.

kortsluiting
Ontstaat als de fasedraad en de nuldraad elkaar raken, waardoor een grote stroom door de draden gaat.

nuldraad
Draad waardoor de stroom teruggaat naar het stopcontact.

randaarde
Metalen pin aan de rand van een stopcontact.

transformator
Apparaat dat de spanning verkleint of vergroot.

8.6 DE HUISINSTALLATIE

ONTHOUD

- Alle stopcontacten en lichtpunten in een huis zijn aangesloten op de groepenkast.
- Bij overbelasting en kortsluiting is de stroomsterkte in een groep te groot.
- Een groep is beveiligd tegen overbelasting en kortsluiting met een groepszekering.
- De groepszekering kan een installatie-automaat of een smeltveiligheid zijn.
- Bij overbelasting en kortsluiting schakelt de installatie-automaat de spanning uit.
- De hoofdzekering schakelt de stroom in het hele huis uit.
- De aardlekschakelaar controleert of er lekstroom is.
- Bij een lekstroom van meer dan 30 mA schakelt de aardlekschakelaar de spanning uit.

BEGRIPPEN

aardlekschakelaar
Schakelaar die de stroomsterkte aan het begin vergelijkt met de stroomsterkte aan het eind van de stroomkring. Als het verschil groter wordt dan 30 mA, dan schakelt de aardlekschakelaar de stroom uit.

groepszekering
Onderdeel dat de groep beveiligt tegen een te grote stroomsterkte.

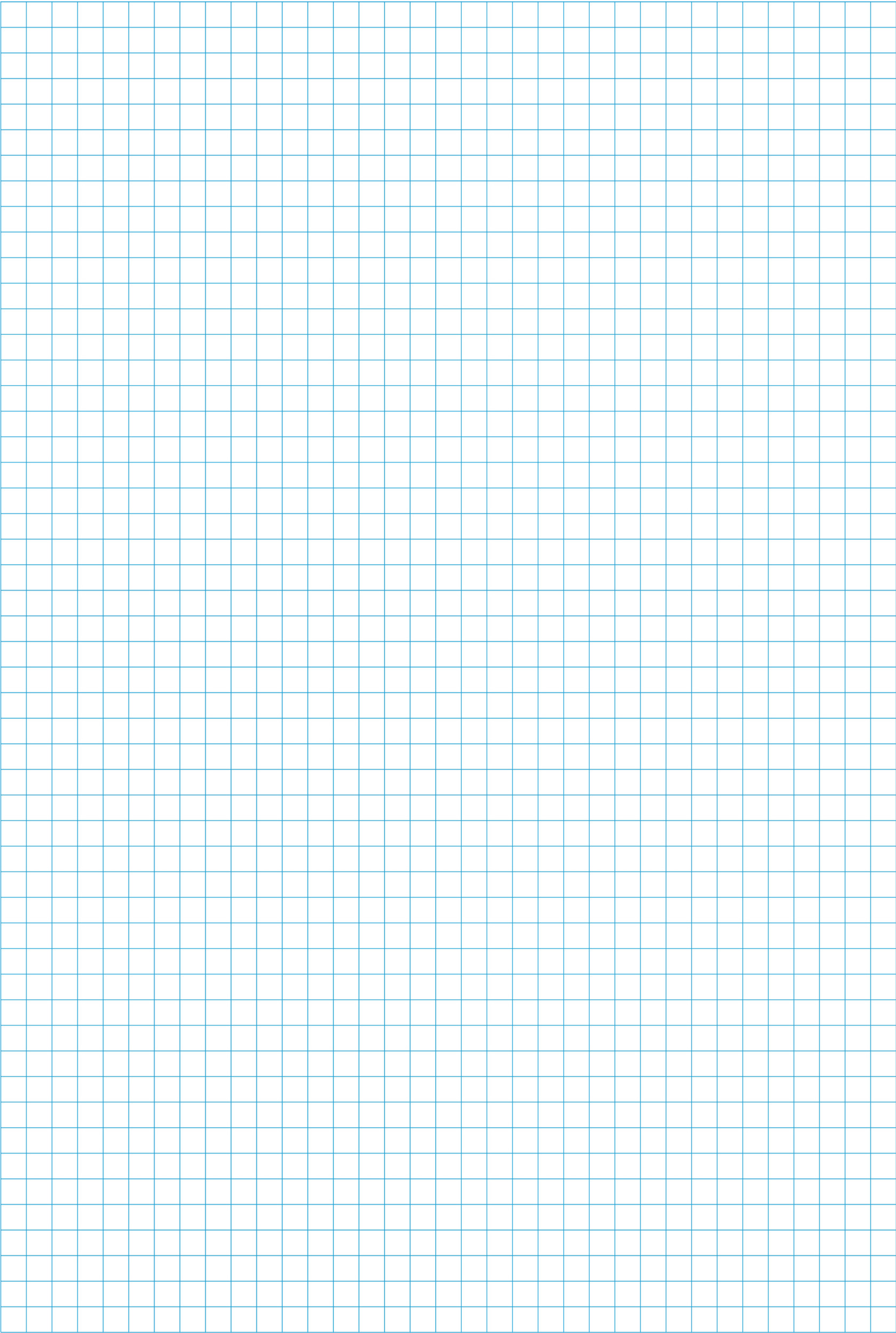
hoofdzekering
Zekering die elektriciteit in het hele huis uitschakelt.

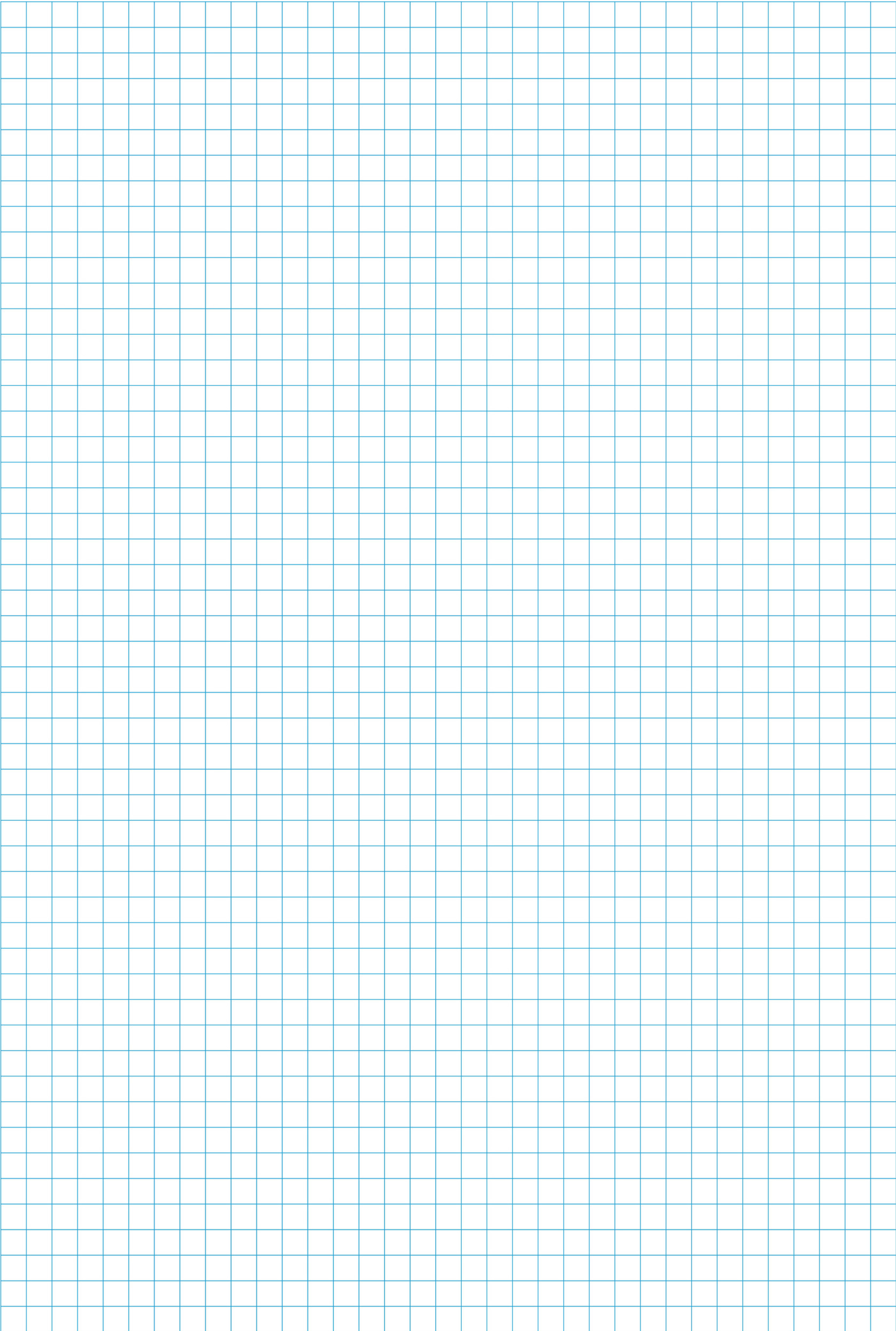
installatie-automaat
Groepszekering die de stroom uitschakelt over een groep apparaten, waarbij dan een hendel omklapt. De stroom kan weer worden ingeschakeld door de hendel over te halen.

overbelasting
Als te veel apparaten tegelijk aanstaan en daardoor de stroom in een groep te groot wordt.

smeltveiligheid
Zekering met een dunne draad die doorsmelt als de stroomsterkte te groot wordt.

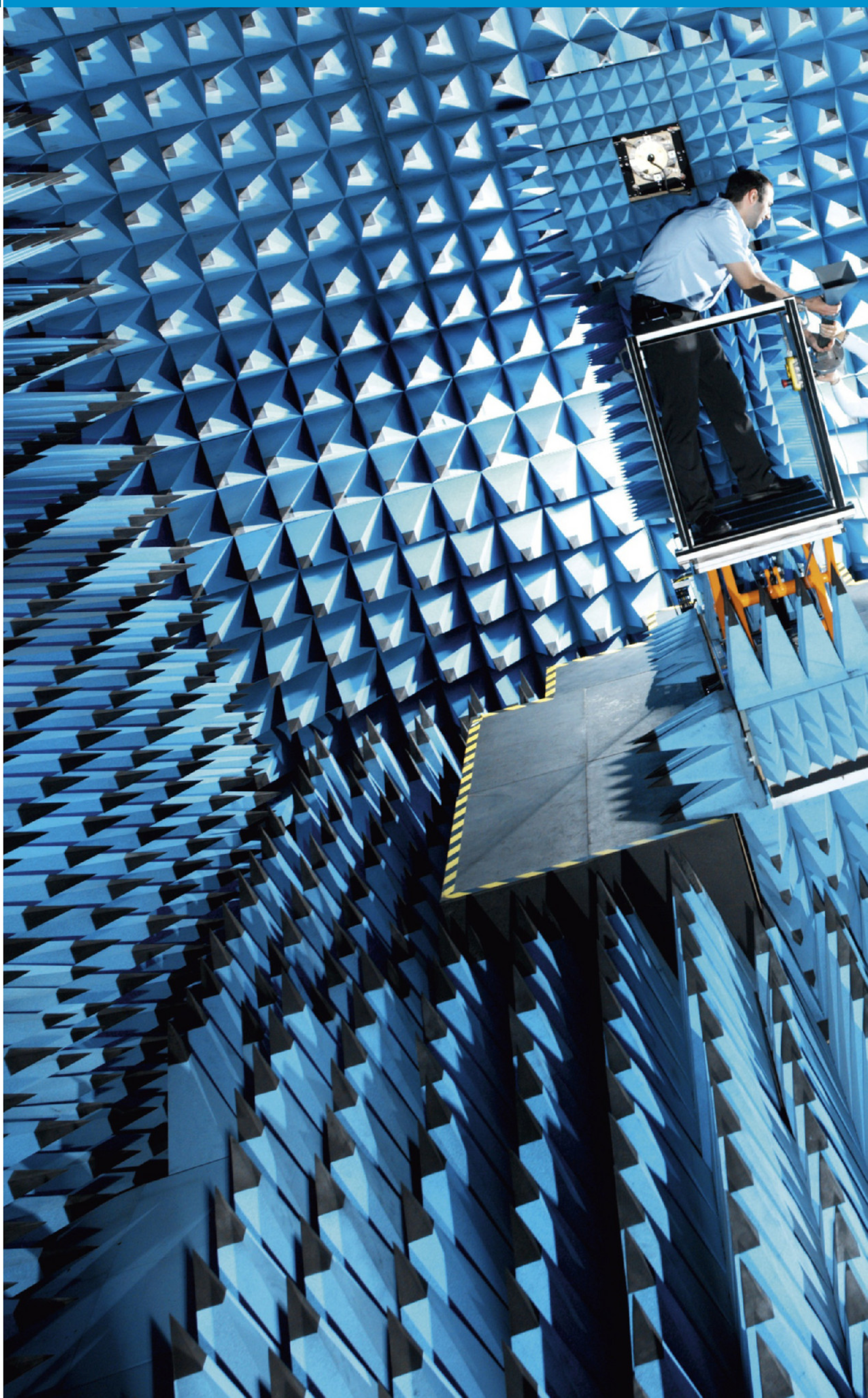

Ga naar de *Flitskaarten*.





9 Geluid

GELUID IS OVERAL
Je praat, je luistert naar muziek. Overal waar je bent, hoor je geluid. Behalve in een dode kamer. In een dode kamer wordt al het geluid dat je maakt, opgenomen door de wanden, de vloer en het plafond. Het is daar dus doodstil. Dat lijkt fijn. Maar uit onderzoek blijkt dat mensen daar niet tegen kunnen. Mensen houden het in een dode kamer niet langer uit dan 45 minuten.





Wat weet je al over geluid?

LEERDOELEN

1 Je kunt voorbeelden geven van geluidsbronnen.
2 Je kunt uitleggen welke weg geluid aflegt van geluidsbron tot je hersenen.
3 Je kunt de snelheid van geluid in lucht en in water benoemen.
4 Je kunt uitleggen waarvoor je een stemvork gebruikt.
5 Je kunt uitleggen wat een klankkast is.
6 Je kunt uitleggen hoe een luidspreker werkt.

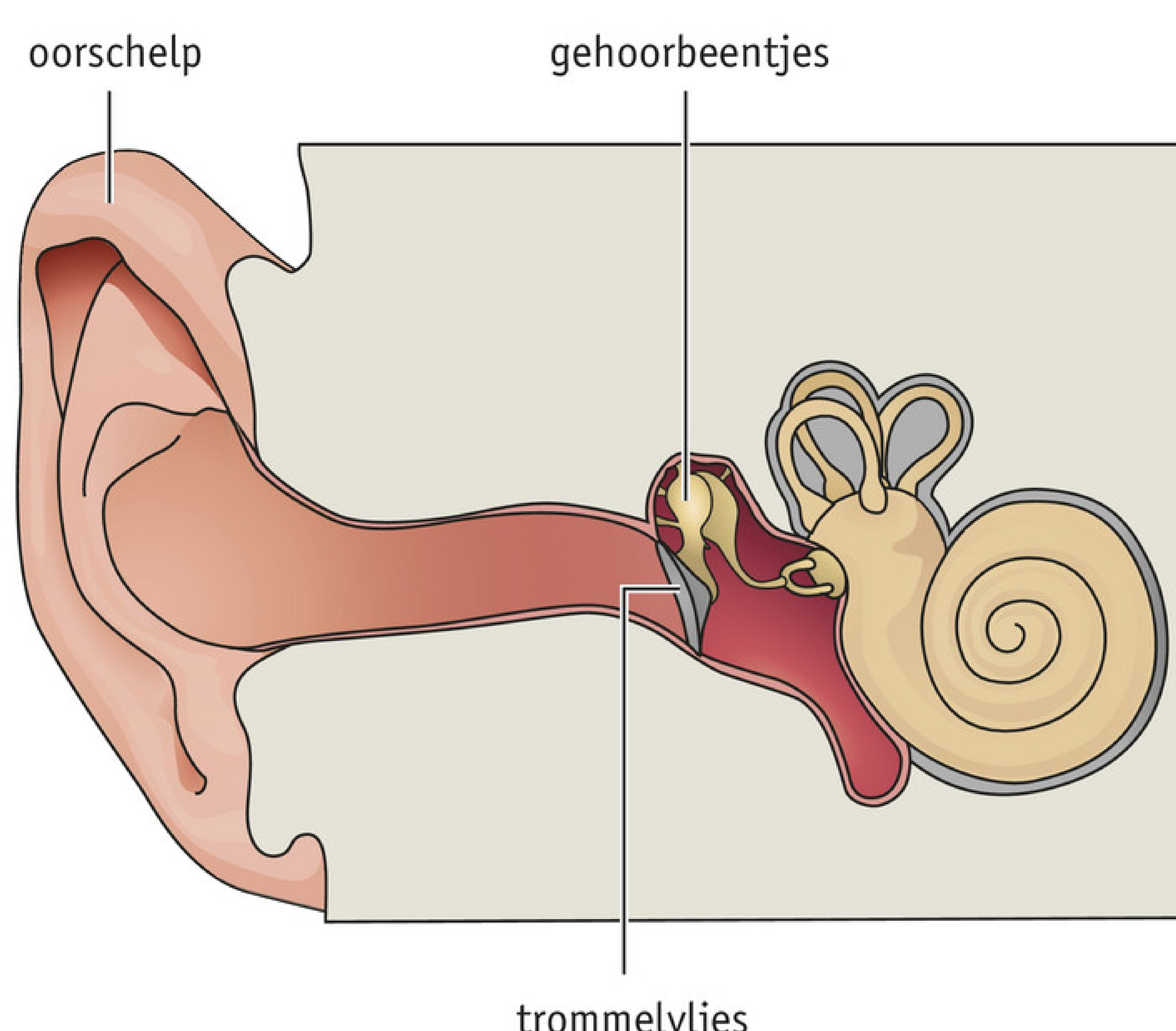
In deel 1-2 van Nova nask heb je al een aantal dingen over geluid geleerd. Je hebt deze kennis weer nodig wanneer je aan dit hoofdstuk begint. Wil je snel controleren wat je nog weet? Maak dan de volgende opdrachten.

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1 Kies de geluidsbronnen.
DONDERSLAG / FLUITENDE VOGEL / RADIO DIE UIT STAAT / STEMVORK DIE NIET WORDT AANGESLAGEN / TRILLENDE STEMBAND

2 Kijk naar afbeelding 1. Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *gehoorbeentjes – hersenen – oorschelp – trommel – trommelvlies – vlies*.

Aan de buitenkant van je oor zit je .... Deze stuurt de trillingen je oor in. In je oor zit het .... Dit is een dun .... dat strakgespannen is, zoals bij een .... Het trommelvlies kan de trillingen uit de lucht goed opvangen. Het gaat daardoor even snel trillen als de lucht. De trillingen gaan daarna verder naar de .... Die geven een teken aan je .... Op die manier hoor je geluid.



afbeelding 1 Het oor.

3 Geluid verplaatst zich door de lucht met een snelheid van ongeveer:
- ○ A 340 km/h
- ○ B 340 km/s
- ○ C 340 m/h
- ○ D 340 m/s

4 Kies het juiste woord.
De snelheid van geluid in water is *GROTER* / *KLEINER* dan de snelheid van geluid in lucht.

5 Je slaat een stemvork aan. Je hoort een toon. De tweede keer sla je de stemvork harder aan.
Welke toon hoor je nu?
- ○ A dezelfde toon als de eerste keer
- ○ B een hogere toon dan de eerste keer
- ○ C een lagere toon dan de eerste keer

6 Waarvoor is de klankkast van een viool nodig?
- ○ A om het geluid mooier te maken
- ○ B om het geluid te versterken
- ○ C om het instrument beter te kunnen vastpakken
- ○ D om het instrument mooier te maken

7 In afbeelding 2 zie je een luidspreker.
Hoe heet het onderdeel van de luidspreker waar het pijltje naar wijst?
- ○ A conus
- ○ B cosinus
- ○ C sinus



afbeelding 2 Een luidspreker.



Wil je weten of je voldoende voorkennis hebt voor dit hoofdstuk, maak dan online de *Voorkennistoets*. Daar vind je ook filmpjes over de belangrijkste voorkennis voor dit hoofdstuk.

1 Trillingen en tussenstof

LEERDOELEN

9.1.1 Je kunt beschrijven dat geluid ontstaat bij een geluidsbron.
9.1.2 Je kunt beschrijven dat geluid een trilling is.
9.1.3 Je kunt beschrijven dat geluid een snelheid heeft.
9.1.4 Je kunt beschrijven dat geluid zich verplaatst van een geluidsbron via een tussenstof naar een ontvanger.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	9.1.1	9.1.2	9.1.3	9.1.4
Onthouden	1	2, 7, 11	12	8
Begrijpen	3, 4, 5, 6			9, 10, 16
Toepassen			13, 14, 15	17, 18a
Analyseren				18b

Je favoriete muziek klinkt uit je telefoon. Een deur slaat dicht met een klap. Leerlingen achter in het lokaal fluisteren. Geluid is overal.

GELUIDSBRONNEN

Geluid wordt gemaakt door een **geluidsbron**. Sommige geluidsbronnen zijn gemaakt door mensen. Bijvoorbeeld een telefoon, een luidspreker en een auto. Andere geluidsbronnen komen voor in de natuur. Bijvoorbeeld een vogel, de golven van de zee en de donder van het onweer.

Alle geluiden ontstaan door trillingen. Die trillingen hoor je als geluid. Geluidsbronnen maken trillingen op verschillende manieren:

- Als je praat of zingt, trillen je stembanden.
- In een boorhamer trilt de beitel (afbeelding 1).
- Bij een gitaar trillen de snaren.
- Als een sprinkhaan tsjirpt, trillen zijn vleugels.



afbeelding 1 Geluid is overal.

TRILLINGEN

Als je een boorhamer gebruikt, trillen de beitel en de grond. Maar ook de lucht rond de boorhamer trilt. De trillingen verspreiden zich in alle richtingen door de lucht. Op deze manier verplaatst het geluid zich.

TUSSENSTOF

Tussen de geluidsbron en je oor zit lucht. Die lucht is de **tussenstof** voor het geluid. De tussenstof geeft de trilling van de geluidsbron door aan je oor. Geluid heeft altijd een tussenstof nodig om zich te verplaatsen.

De tussenstof is vaak lucht. De tussenstof kan ook een vloeistof of een vaste stof zijn. Als je onder water zwemt, hoor je ook geluid (afbeelding 2). De tussenstof voor het geluid is dan water. Als de buurman een spijker in de muur slaat, hoor je het kloppen van de hamer. De spijker en de stenen van de muur zijn dan ook een tussenstof.

Als er geen tussenstof is, kan geluid zich niet verplaatsen.



afbeelding 2 Met je oren onder water hoor je ook geluid.

PROEF 1 TRILLINGEN HOREN EN VOELEN

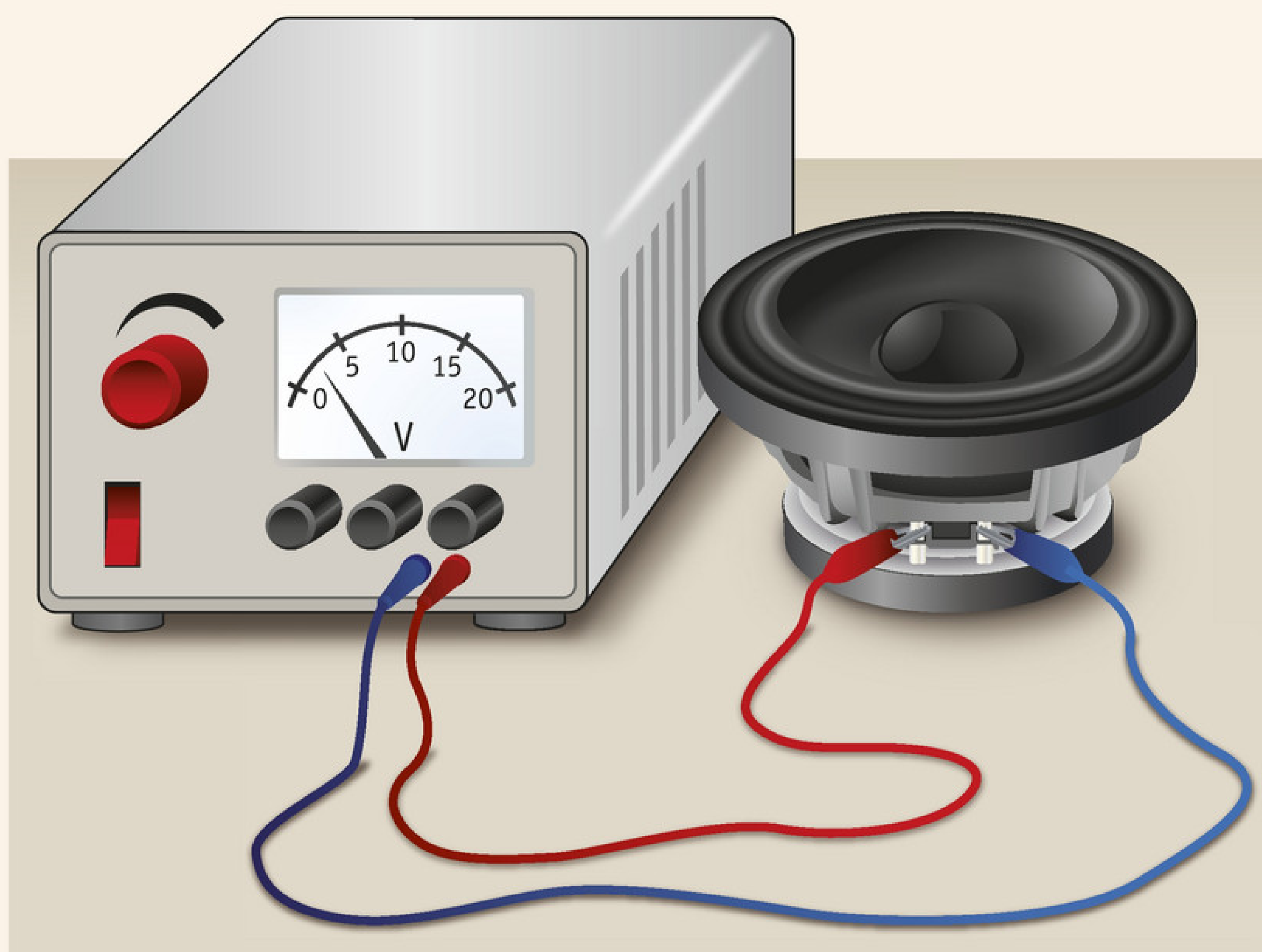
10 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ luidspreker
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 2 krokodillenbekken
- ☐ voeding

Uitvoering

- Sluit de luidspreker aan op de voeding (afbeelding 3).
- Stel de voeding in op 3 V wisselspanning.
- Laat je leraar de instelling controleren.
- Schakel de voeding in.



afbeelding 3 De luidspreker aangesloten op een voeding.

1 Hoor je geluid uit de luidspreker?
JA / NEE

2 Voel voorzichtig aan de conus.
Wat voel je?
- ○ A een regelmatige trilling
- ○ B een trilling die steeds anders is
- ○ C geen trilling

- Schakel de voeding uit.

3 Als de conus trilt, dan hoor je *WEL* / *GEEN* geluid.

- Ruim alles netjes op.

1 Waardoor wordt geluid gemaakt?

Geluid wordt gemaakt door een ....

2 Waaruit bestaat geluid?

Geluid bestaat uit ....

3 Natuurlijke geluidsbronnen zijn *WEL* / *NIET* door mensen gemaakt.

4 Noteer drie natuurlijke geluidsbronnen die *niet* in de tekst staan.

- ....
- ....
- ....

5 Noteer vier kunstmatige geluidsbronnen die *niet* in de tekst staan.

- ....
- ....
- ....
- ....

6 Schrijf in tabel 1 wat er trilt bij de geluidsbron.

tabel 1 Bij verschillende geluidsbronnen trillen verschillende dingen.

geluidsbron	Wat trilt er bij de geluidsbron?
een blokfluit	
een gitaar	
een leeuw die gromt	
een lerares die iets uitlegt	
een scooter	
een speaker	
een stemvork	
een telefoon met oortjes	
een televisie	

7 Hoe verplaatst geluid zich?

....

....

8 Trillingen hoor je als geluid.

Om trillingen door te geven is een .... nodig.

9 Zijn de volgende beweringen juist of onjuist?

1 Geluid verplaatst zich alleen in lucht. *JUIST / ONJUIST*
2 Geluid verplaatst zich alleen in gassen en vloeistoffen. *JUIST / ONJUIST*

10 In kolom 1 van tabel 2 staan vijf verschillende stoffen.
Kan geluid zich door deze stoffen verplaatsen?
Zet een kruisje in de juiste kolom.

tabel 2 Verplaatst geluid zich door de stoffen?

stof	ja	nee
lucht		
staal		
steen		
water		
zeewater		

DE SNELHEID VAN GELUID

Met oud en nieuw wordt vuurwerk afgestoken. Je ziet een vuurpijl uit elkaar spatten. Even later hoor je een knal (afbeelding 4). Het duurt even voordat het geluid bij je is. Dat komt doordat geluid veel langzamer gaat dan licht.



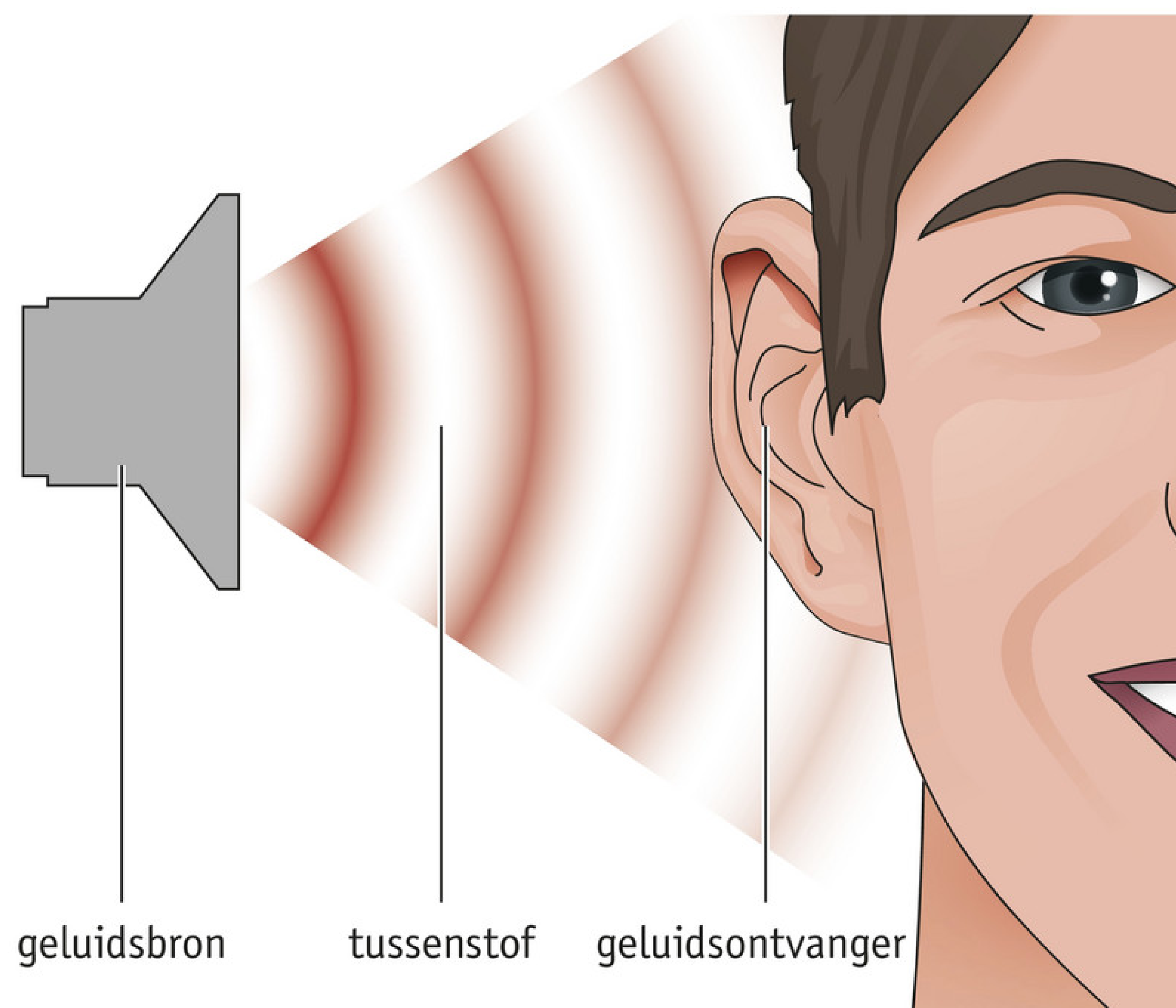
afbeelding 4 Eerst zie je een flits, even later hoor je een knal.

De snelheid van geluid noem je de **geluidssnelheid**. Een ander woord voor geluidssnelheid is voortplantingssnelheid.
De geluidssnelheid in lucht is ongeveer 340 meter per seconde (340 m/s). Als de temperatuur van de lucht verandert, dan verandert de geluidssnelheid ook een beetje.

De geluidssnelheid is in elke tussenstof anders. In zoetwater is de geluidssnelheid bijvoorbeeld 1480 m/s. Dat is ruim vier keer sneller dan in lucht. De geluidssnelheid in een stof kun je opzoeken in *BINAS* tabel 20 *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*.

GELUID HOREN

Een geluidsbron maakt trillingen. De tussenstof geeft de trillingen door. De trillingen komen bij je oor. In je oor zit het trommelvlies. De trillende lucht laat het trommelvlies in je oor trillen. Je hoort dan geluid. Je oor is de **geluidsontvanger**. Een geluidsontvanger neemt het geluid waar (afbeelding 5).



afbeelding 5 Geluidsbron → tussenstof → geluidsontvanger.

Een andere geluidsontvanger is een **microfoon**. Een microfoon zit bijvoorbeeld in je telefoon. De microfoon vangt het geluid op en zet het om in een elektrisch signaal. Net als je oor heeft een microfoon een onderdeel dat gaat trillen door geluid.

11 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *geluid – geluidsontvanger – oor – trillingen – trommelvlies – tussenstof.*

Geluid bestaat uit .... De trillingen worden doorgegeven door de .... De trillingen komen bij je .... De trillende lucht laat het .... in je oor trillen. Je hoort dan .... Je oor is de ....

12 Hoe groot is de geluidssnelheid in lucht?

De geluidssnelheid in lucht is ongeveer .... m/s.

- Gebruik bij opdracht 13, 14 en 15 *BINAS* tabel 20 *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*.

13 In welke vaste stof is de voortplantingssnelheid (geluidssnelheid) van geluid het kleinst? in ....

14 In welk gas verplaatst geluid zich het snelst? in ....

15 Is de volgende bewering juist of onjuist?
De geluidssnelheid in lucht is even groot als de geluidssnelheid in een stalen balk.
JUIST / ONJUIST

16 Geef een voorbeeld van een apparaat waar een microfoon in zit. Bedenk een ander voorbeeld dan in de leertekst staat.

....

17 Er wordt een grote fabriekshal gebouwd. De monteurs beginnen met het plaatsen van stalen balken. Twee balken botsen tegen elkaar aan. Honderd meter verder hoort Youssef het geluid van de botsing.
Hoe komt het geluid bij Youssef?

- ○ A door de balk
- ○ B door de lucht
- ○ C door de vloer
- ○ D door de wind

★ 18 Op de zon zijn enorme explosies van waterstof. Tussen de aarde en de zon is een vacuüm.

a Leg uit wat een vacuüm is. Zoek het op internet op als je het niet weet.

....

....

....

b Leg uit waarom je de explosies op aarde niet kunt horen.

....

....

....

ONTHOUD

Geluid wordt gemaakt door een geluidsbron.
Geluid is een trilling.

De tussenstof geeft de trilling van de geluidsbron door aan de geluidsontvanger.
De tussenstof kan lucht zijn.

De snelheid van het geluid noem je de geluidssnelheid.
De geluidssnelheid in lucht is ongeveer 340 m/s.
Elke stof heeft zijn eigen geluidssnelheid.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Geluidssnelheid

LEERDOELEN

9.2.1 Je kunt berekeningen maken met de geluidssnelheid.
9.2.2 Je kunt benoemen wat er met geluid gebeurt als het een oppervlak van een ander materiaal tegenkomt.
9.2.3 Je kunt het gebruik van echoscopie beschrijven.
9.2.4 Je kunt het gebruik van echolood beschrijven.
9.2.5 Je kunt berekeningen maken met geluid bij een echo.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	9.2.1	9.2.2	9.2.3	9.2.4	9.2.5	9.1.3*
Onthouden	1	8, 9, 10, 12ab	16, 17	19, 20, 21, 22, 23		
Begrijpen		11, 13, 14, 15				24a
Toepassen	2, 3, 4, 6, 7ab				24bc, 25, 26, 27, 28c	
Analyseren	5, 7cd, 28b	28a	18			

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Je loopt in een lege gang en je roept heel hard. Dan hoor je een echo. Die echo hoor je niet als er in die gang veel leerlingen lopen.

REKENEN MET GELUIDSSNELHEID

Je kijkt op een warme zomeravond naar een vuurwerkshow. De temperatuur is 20 °C. Bij deze temperatuur is de geluidssnelheid 343 m/s. Het geluid van vuurwerk op een afstand van 343 meter hoor je na 1 seconde. Het geluid van het vuurwerk op een afstand van 686 meter hoor je na 2 seconden. Hoe langer het geluid onderweg is, hoe groter de afstand is die het geluid heeft afgelegd.

De weg die geluid aflegt, kun je uitrekenen. Je gebruikt hiervoor de formule:

afstand = geluidssnelheid × tijd

Bij natuurkunde noem je de afstand ook wel de **afgelegde weg**. De afgelegde weg is dus een ander woord voor afstand. In de formule gebruik je afstand.

VOORBEELDOPDRACHT 1

Je ziet een bliksemflits (afbeelding 1). Je hoort 3,0 seconden later de donder. De luchttemperatuur is 20 °C.



afbeelding 1 Een bliksemflits.

Hoe ver is het onweer van je af?

gegevens geluidssnelheid = 343 m/s (bij temperatuur = 20 °C)
tijd = 3,0 s

gevraagd afstand tot het onweer = ? m

uitwerking afstand = geluidssnelheid × tijd
afstand = 343 × 3,0 = 1029 m

Het onweer is 1029 m van je af. Dat is ongeveer 1 km.

Er zijn twee atleten die aan een hardloopwedstrijd meedoen. De atleet die in de buitenbaan staat, staat 40 m verder van het startpistool dan de atleet in de binnenbaan.
Je kunt berekenen hoeveel later de atleet in de buitenbaan het startschot hoort.
Je gebruikt hiervoor de formule:

tijd = afstand : geluidssnelheid

VOORBEELDOPDRACHT 2

Een startschot gaat af bij een hardloopwedstrijd. Een atleet staat 40 m van het startpistool. De luchttemperatuur is 20 °C.
Hoeveel later hoort de atleet het startschot?

gegevens geluidssnelheid = 343 m/s (bij temperatuur = 20 °C)
afstand = 40 m

gevraagd tijd = ? s

uitwerking tijd = afstand : geluidssnelheid
tijd = 40 : 343 = 0,12 s

De atleet hoort het startschot 0,12 s later.

1 Met welke formule bereken je de afgelegde weg van geluid?

....

- Gebruik bij opdracht 2 tot en met 6 *BINAS* tabel 20 *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*.
- De temperatuur van de lucht in de opdrachten is 20 °C. Soms staat er een andere temperatuur. Je moet dan de geluidssnelheid in lucht gebruiken die bij die temperatuur hoort.

2 In tabel 1 staat een aantal stoffen.
Zoek de geluidssnelheid van deze stoffen op.
Schrijf de snelheden in meter per seconde (m/s) in de tabel.

tabel 1 Geluidssnelheid in verschillende stoffen.

stof	geluidssnelheid
beton	
glas	
olie	
steen	
water	
zoutwater	

3 Petra ziet een vuurpijl ontploffen. Na 2 seconden hoort zij de knal van de ontploffing.
Op welke afstand van Petra is de vuurpijl ontploft?

gegevens geluidssnelheid in lucht = ... m/s

tijd voordat Petra het geluid hoort = ... s

gevraagd afstand = ? m

uitwerking afstand = geluidssnelheid × tijd

afstand = ... × .... = ... m

De vuurpijl is op .... m van Petra ontploft.

4 Rashid ziet in de verte een auto tegen een paal botsen.
Na 0,4 seconden hoort hij de klap van de botsing.
Hoe ver is Rashid van de auto vandaan?

gegevens geluidssnelheid in lucht = ... m/s

tijd = ... s

gevraagd afstand = ?

uitwerking afstand = ...

afstand = ... × .... = ...

Rashid is .... van de auto vandaan.

★ 5 Serge wil weten hoe lang een stalen dak van een voetbalstadion is. Hij heeft geleerd dat je dat met de geluidssnelheid kunt doen.
Jaap staat aan de ene kant en Serge aan de andere kant van het dak. Jaap slaat met een beitel tegen het staal. Serge meet 0,024 s tussen het slaan en het moment waarop hij de slag hoort in het staal van het dak.
Bereken hoe lang het stalen dak is.

gegevens ....

....

gevraagd ....

uitwerking ....

....

Het stalen dak is .... lang.

6

In de winter kan in de bergen een lawine ontstaan (afbeelding 2). Bij een lawine schuift heel veel sneeuw in één keer van een berg af. Een lawine maakt veel geluid.
Angela ziet een lawine naar beneden komen. Zij hoort het geluid van de lawine 4 s later.
Hoe groot is de afstand tussen Angela en de lawine?

- ○ A 343 m/s : 4 s = 85,75 m
- ○ B 343 m/s : 2 s = 171,5 m
- ○ C 343 m/s × 2 s = 686 m
- ○ D 343 m/s × 4 s = 1372 m



afbeelding 2 Een lawine maakt veel lawaai.

7

In afbeelding 3 zie je twee schaatsers die klaarstaan voor de start. De schaatsers staan niet op één lijn, want dan zou de schaatser in de buitenbaan meer meters moeten schaatsen. De vrouw die het startschot lost, moet zo staan dat zij beide schaatsers kan zien. In afbeelding 3a zie je hoe dat meestal gebeurt. De temperatuur van de lucht is 0 °C. De geluidssnelheid bij deze temperatuur is 331 m/s.

a Na hoeveel seconden hoort schaatser 1 in afbeelding 3a het startschot?

gegevens geluidssnelheid in lucht = ...

afstand = ...

gevraagd tijd = ? s

uitwerking tijd = ... : ....

tijd = ... : .... = ...

Schaatser 1 hoort het startschot na .... s.

b Na hoeveel seconden hoort schaatser 2 in afbeelding 3a het startschot?

....

....

....

....

....

Schaatser 2 hoort het startschot na ....

c Schaatser 2 hoort het startschot later dan schaatser 1. Schaatser 1 kan daardoor eerder starten. Dat is niet eerlijk. De schaatsbond wil dit oplossen door twee luidsprekers langs de baan te plaatsen (afbeelding 3b). Het startschot hoor je dan via de luidspreker.
Leg uit waarom de plaatsing van de luidsprekers in afbeelding 3b het probleem niet helemaal oplost.

....

....

....

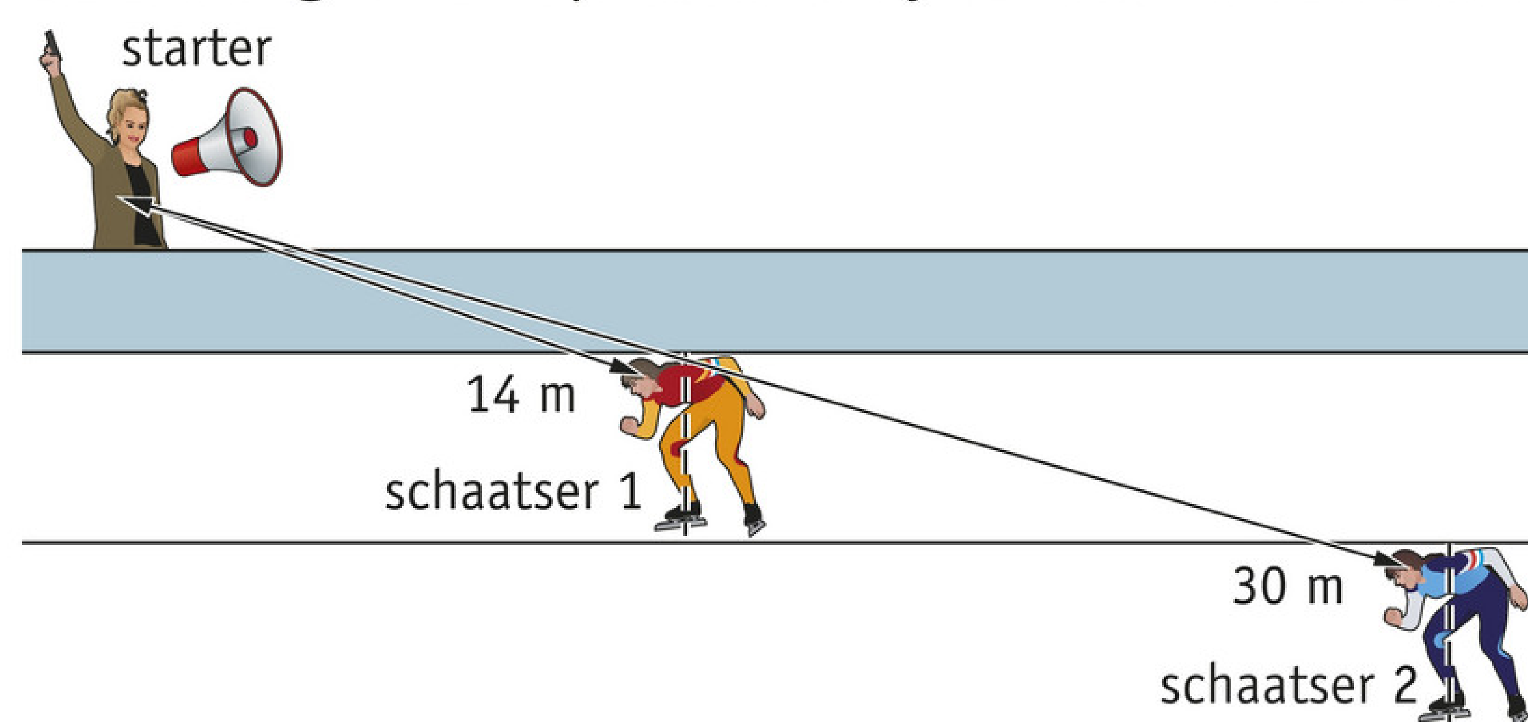
d Hoe kun je dit probleem oplossen?

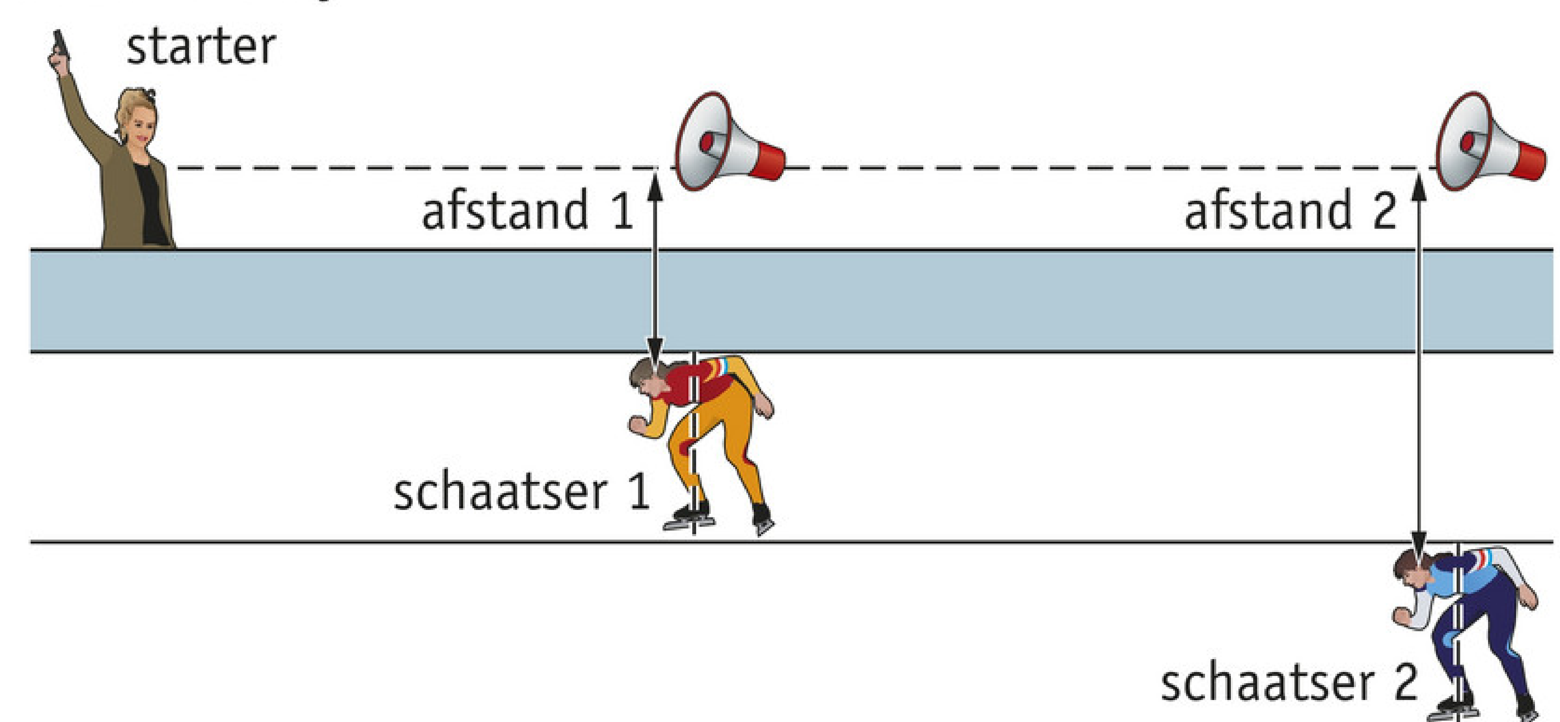
....

....

....

afbeelding 3 Een probleem bij het starten van een schaatswedstrijd.





GELUID TERUGKAATSEN

Een hard, glad oppervlak kaatst geluid terug. Daardoor hoor je het geluid nog een keer. De eerste keer hoor je het geluid van de geluidsbron. De tweede keer hoor je het teruggekaatste geluid. Het teruggekaatste geluid noem je een **echo**.

Echo's kun je op verschillende plaatsen horen, bijvoorbeeld:

- in de bergen;
- in een lege zaal;
- in een echoput;
- tussen hoge gebouwen;
- in een tunnel of onder een viaduct (afbeelding 4).

Je staat in een kamer zonder meubels. Je roept hard. Dan hoor je de echo van je stem bijna tegelijk met je eigen stem. Dat komt doordat de afstanden in de kamer klein zijn.
Als de afstand groter is, duurt het langer voor je de echo hoort. Bijvoorbeeld in de bergen of tussen hoge gebouwen.



afbeelding 4 In een tunnel hoor je een echo.

GELUID ABSORBEREN

In een kamer met meubels, vloerbedekking en gordijnen hoor je geen echo. Dat komt doordat meubels, vloerbedekking en gordijnen zachte materialen zijn. Zachte materialen dempen het geluid. De trillingen van geluid verdwijnen in de zachte materialen. Je kunt ook zeggen: zachte materialen **absorberen** geluid.

8 Als je hetzelfde geluid nog een keer hoort, is dit geluid *GEABSORBEERD* / *TERUGGEKAATST*.

9 Harde oppervlakken kunnen geluid terugkaatsen.

Teruggekaatst geluid noem je een ....

10 Het geluid van de *ECHO* / *GELUIDSBRON* hoor je het eerst.

11 Je hoort een geluid en de echo van dat geluid.
Het geluid van de echo legt de *KORTSTE* / *LANGSTE* weg af.

12 **a** Welke materialen weerkaatsen geluid? .... materialen

b Welke materialen absorberen geluid? .... materialen

13 In tabel 2 staan verschillende ruimten.
Kruis bij elke ruimte aan of je er wel of geen echo hoort.

tabel 2 Wel of geen echo?

ruimte	wel een echo	geen echo
bij een bergwand		
een klaslokaal met leerlingen		
een lege gymzaal		
een lege zaal		
een woonkamer vol meubels		
een zaal vol met mensen		
in een bos		
in een tunnel		
tussen flatgebouwen		

14 Waarom hoor je in een kamer vol meubels geen echo?
Het geluid wordt *GEABSORBEERD* / *TERUGGEKAATST* door de *MEUBELS* / *MUREN*.

15 Wat doen zachte materialen met geluid?
Zachte materialen *DEMPEN* / *VERSTERKEN* het geluid.

ECHOSCOPIE

In het ziekenhuis gebruiken artsen geluid en een computer om patiënten te onderzoeken. Een arts stuurt met een apparaat geluid door het lichaam van een patiënt (afbeelding 5). Het geluid wordt in het lichaam teruggekaatst door de botten, spieren en andere weefsels. Dat terugkaatsen doet elk weefsel op een andere manier. Botten kaatsen geluid bijvoorbeeld anders terug dan spieren. Een computer vangt het teruggekaatste geluid (de echo) op. Zo kan de computer de terugkaatsing meten.



afbeelding 5 Met een apparaat wordt geluid door het lichaam van een patiënt gestuurd.

De computer maakt een beeld van het geluid. Dat beeld heet een **echobeeld**. De techniek waarbij een beeld wordt gemaakt met geluid, heet **echoscopie**. Het geluid dat hier wordt gebruikt, kunnen mensen niet horen.

In afbeelding 6 zie je een ongeboren baby in de buik van de moeder. Artsen gebruiken echoscopie om te zien of een baby gezond is.



afbeelding 6 Een echobeeld van een ongeboren baby.

16 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *computer – echobeeld – geluid – materiaal – weefsels*.

1 Geluid wordt door elk .... op een andere manier teruggekaatst.

2 De arts stuurt .... door het lichaam van de patiënt.

3 Het geluid wordt teruggekaatst door botten, spieren en andere ....

4 Een .... vangt de echo op en maakt er een beeld van.

5 Zo'n beeld van geluid heet een ....

17 Een computer maakt een beeld van de binnenkant van een lichaam. Daar gebruikt de computer geluid voor.

Deze techniek heet ....

★ 18 Een arts kan een tumor (gezwel) onderzoeken met echoscopie.
Wat is het grote voordeel van echoscopie?

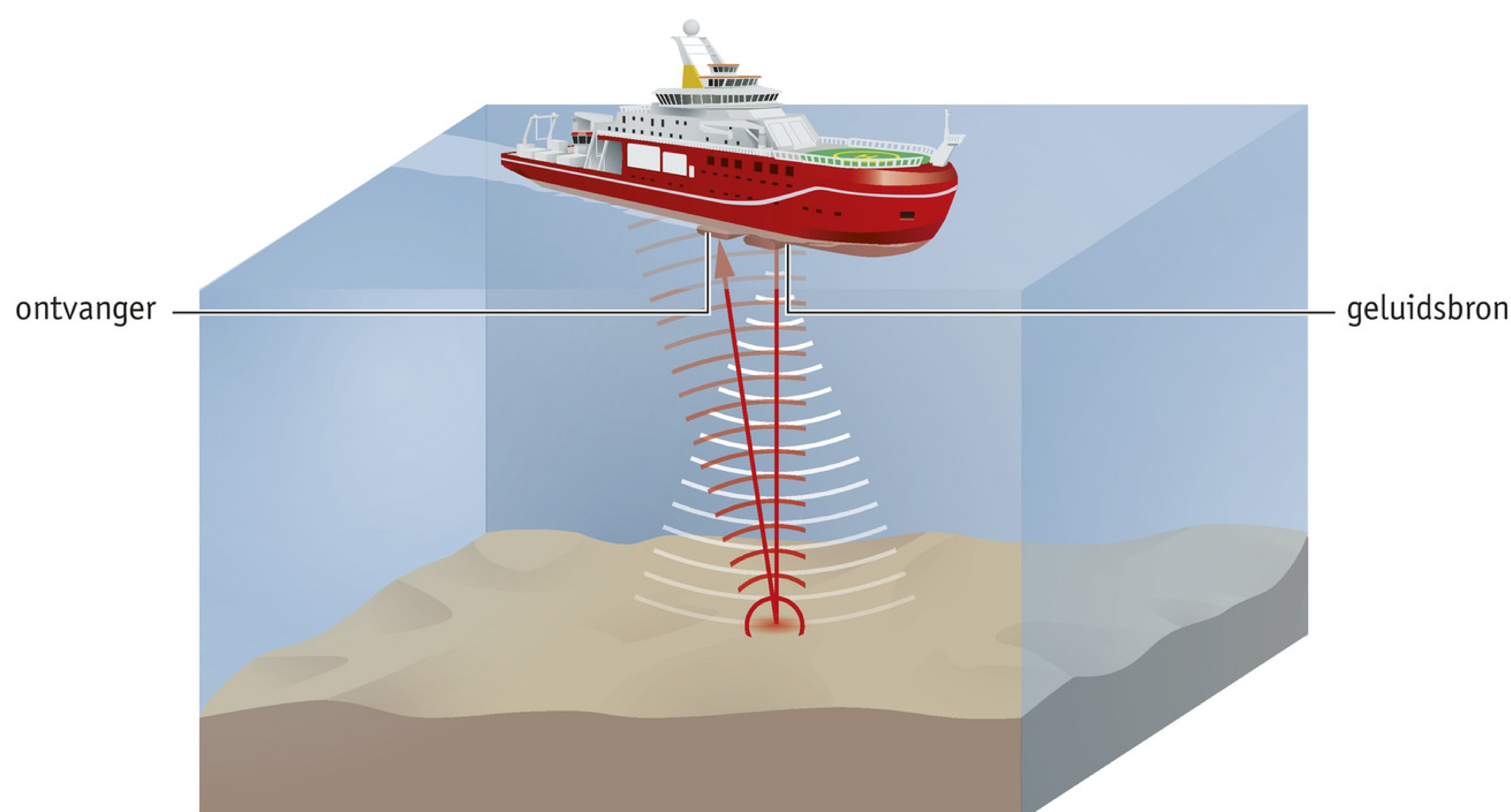
....

....

....

ECHOLOOD

Een andere toepassing van echo zie je bij schepen op zee. Schepen gebruiken echo om te meten hoe diep de zee is. Zo weten ze of het diep genoeg is om er te varen. Hoe dit werkt, zie je in afbeelding 7.



afbeelding 7 De diepte meten met een echolood.

Onder het schip hangt een apparaat dat geluid naar de zeebodem stuurt. Dit apparaat heet een **echolood**. Vroeger werd de diepte gemeten met een stukje lood aan een touwtje. Daarom heet het nu nog steeds een ‘lood’.

De zeebodem kaatst het geluid terug naar het schip. Een ontvanger onder het schip vangt de echo op. Een computer meet hoelang het geluid onderweg is geweest. Met die tijd kan de computer de afgelegde weg berekenen tussen het schip en de zeebodem. Als de computer de afgelegde weg van het geluid heeft berekend, weet de kapitein hoe diep de zee op die plaats is.

VOORBEELDOPDRACHT 3

Het echolood van een schip stuurt een geluid naar de zeebodem. De ontvanger meet de echo na 0,2 s.
Bereken hoe diep de zee is op die plaats.

gegevens tijd = 0,2 s

De geluidssnelheid in zeewater zoek je op in *BINAS* tabel 20 *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*.
Je vindt: 1510 m/s

gevraagd diepte van de zee = ? m

uitwerking afstand = geluidssnelheid × tijd
afstand = 1510 m/s × 0,2 s = 302 m

Let op! Dit is de afstand van het schip naar de zeebodem en terug. Om de diepte van de zee te weten, moet je die afstand dus delen door 2.
De zee is op deze plaats 302 m : 2 = 151 m diep.

ECHO BIJ DIEREN

Er zijn ook dieren die echo gebruiken. Bijvoorbeeld vleermuizen. Vleermuizen vinden met echo hun weg in het donker. Een vleermuis maakt een geluid dat mensen niet kunnen horen. De voorwerpen in zijn omgeving weerkaatsen dat geluid. De vleermuis vangt de echo’s op. Nu weet hij precies waar de voorwerpen zijn. En vliegt er niet tegenaan.



afbeelding 8 Een vleermuis vindt zijn prooi (een mot) met echo.

Een vleermuis gebruikt echo ook om een prooi te vinden (afbeelding 8). Ook dolfijnen en sommige walvissen gebruiken echo om een prooi te vinden.

19 Met een echolood kun je de waterdiepte meten.

Een echolood werkt met ....

20 Vul de juiste woorden in.
Kies uit: *diepte – echo – echolood – geluid – geluidssnelheid – tijd – zeebodem.*

Een .... werkt met geluid.

Het .... wordt naar de bodem van de zee gestuurd.

De .... kaatst het geluid terug. Teruggekaatst geluid

noem je ....

Tussen uitzenden en ontvangen van geluid verloopt een korte ....

Het echolood meet de tijd.

De .... in water is bekend. Een computer berekent de

....

21 Schrijf drie dieren op die gebruikmaken van echo.

1 ....

2 ....

3 ....

22 Geluid dat vleermuizen maken, kunnen mensen *WEL* / *NIET* horen.

23 Schrijf twee dingen op waarvoor een vleermuis gebruikmaakt van echo.

1 ....

2 ....

- Gebruik bij opdracht 24 tot en met 28 *BINAS* tabel 20 *Voortplantingssnelheid van geluid in enkele stoffen*.

24 In de Alpen in het Duitse Beieren ligt de Königssee. Dat is een groot meer dat tussen de bergen ligt. Hier kun je met een rondvaartboot op varen.
De gids op de boot laat de mensen een echo horen en blaast daarvoor op zijn trompet. Na 3,0 s hoor je de echo die door een steile rotswand wordt teruggekaatst.

a De geluidssnelheid in lucht is .... m/s.

b Bereken hoeveel meter het geluid van de trompet in 3 s heeft afgelegd.

gegevens tijd = ...

geluidssnelheid in lucht = ... m/s

gevraagd afstand = ?

uitwerking afstand = ...

afstand = ...

c Hoe ver is de rotswand van je verwijderd?
De afstand tot de rotswand is *DE HELFT VAN* / *TWEE KEER* de weg die het geluid heeft afgelegd.

De afstand tot de rotswand is dus: ....

25 Vanaf een schip wordt de diepte van de zee gemeten. De diepte wordt gemeten met een echolood. De echo wordt na 0,1 s opgevangen.
Hoe diep is de zee op die plaats?

gegevens tijd = ... s

geluidssnelheid in .... = ... m/s

gevraagd diepte van de zee = ?

uitwerking afstand = geluidssnelheid × tijd

afstand = ... × .... = ...

Om de diepte van de zee te weten, moet je die afstand
DELEN DOOR / *VERMENIGVULDIGEN MET* 2.

De zee is op deze plaats .... 2 = ... m diep.

26 Een vleermuis is in de nacht op jacht naar nachtvlinders. De vleermuis zendt een geluidssignaal uit dat wordt teruggekaatst door een vlinder.
Na 1,18 milliseconden (ms) vangt de vleermuis het geluid weer op. De luchttemperatuur is 15 °C.
Bereken hoe ver de vlinder bij de vleermuis vandaan vliegt.

gegevens tijd = ... ms = ... s

geluidssnelheid in lucht = ... m/s

gevraagd afstand tussen de vleermuis en de vlinder = ?

uitwerking afstand = ...

afstand = ...

Om de afstand tussen de twee dieren te weten, moet je die afstand delen door ....

De afstand tussen de vleermuis en de vlinder is .... m : .... = ... m.

★ 27 Een echoput is 35 m diep. De luchttemperatuur is 20 °C.
Bereken hoelang het duurt voordat je de echo van je stem hoort uit de put. Geef je antwoord met twee cijfers achter de komma.

....

....

....

....

....

....

....

★ 28 Voor het meten van de afstand tussen twee muren of tussen de vloer en het plafond bestaat een afstandsmeter. Deze afstandsmeter werkt met een geluidssignaal (afbeelding 9).

a Volgens de handleiding moet je de afstandsmeter loodrecht op een harde muur richten.
Waarom werkt de afstandsmeter niet goed als hij scheef op de muur wordt gericht?

....

....

....

b De temperatuur van de lucht is nooit de hele dag gelijk. Daarom gebruiken bouwbedrijven speciale afstandsmeters. In de meters zit een temperatuursensor. Die zorgt ervoor dat de afstandsmeter bij verschillende temperaturen de juiste afstand aangeeft.

- Als de temperatuur stijgt, wordt de geluidssnelheid *GROTER* / *KLEINER*.
- Als de temperatuur stijgt, is het geluidssignaal *KORTER* / *LANGER* onderweg.

c Bij een afstandsmeting tussen twee muren zit er 0,0150 s tussen het uitgezonden en het ontvangen signaal. De temperatuur in de ruimte bedraagt 15 °C.
Bereken de afstand tussen de twee muren.

....

....

....

....

....

....

....



afbeelding 9 Een afstandsmeter.

ONTHOUD

De afstand die geluid aflegt, kun je uitrekenen met de formule:
afstand = geluidssnelheid × tijd

De tijd die geluid onderweg is, kun je uitrekenen met de formule:
tijd = afstand : geluidssnelheid

Zachte materialen absorberen geluid.
Een hard, glad oppervlak kaatst geluid terug.
Een echo is teruggekaatst geluid.
Een echobeeld is een beeld van teruggekaatst geluid.
Een echobeeld maken heet echoscopie.

Een echolood stuurt geluid naar de zeebodem en vangt de echo op. Een computer berekent hoe diep het water is.

Sommige dieren maken gebruik van echo.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

3 Hoog en laag geluid

LEERDOELEN

9.3.1 Je kunt het verband leggen tussen toonhoogte en frequentie.
9.3.2 Je kunt de toonhoogte in verband brengen met de lengte en de dikte van een snaar en met de spankracht in de snaar.
9.3.3 Je kunt het frequentiebereik van het menselijk gehoor benoemen.
9.3.4 Je kunt de functie van een toongenerator en een oscilloscoop beschrijven.
9.3.5 Je kunt op een beeld van een oscilloscoop hoge en lage tonen van elkaar onderscheiden.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	9.3.1	9.3.2	9.3.3	9.3.4	9.3.5
Onthouden	3a, 5, 8	2ab, 3b	11, 12, 13	10, 17, 19	20a
Begrijpen	6, 7	1, 4	9, 14	16, 18	20b
Toepassen			15		21ab, 22ab
Analyseren					

Bij veel muziek die je hoort zijn de tonen zuiver. Verkeerde tonen maken muziek vals. Een toon kan te hoog of te laag zijn.

TOONHOOGTE

Met je stem kun je hoge en lage tonen maken. Als je op een heel hoge toon praat, voel je het geluid hoog in je keel. Praat je met een heel lage stem, dan voel je het geluid laag in je keel.
Ook muziekinstrumenten kunnen hoge en lage tonen maken. Bijvoorbeeld een gitaar. Een korte, dunne gitaarsnaar trilt snel. Als je deze snaar aanslaat, hoor je een hoge toon. Bij een hoge toon trilt de snaar snel. Een lange, dikke gitaarsnaar trilt langzamer. De toon van deze snaar is lager.

Als je een gitaar een tijdje niet hebt gebruikt, klinken de snaren vals. Dat komt doordat de snaren niet meer strak genoeg gespannen zijn. Je moet de snaren van de gitaar dan stemmen. Elke snaar zit vast aan een stemschroef (afbeelding 1). Met die schroef kun je de snaar strakker of losser draaien. Zo verander je de **toonhoogte** van de snaar. Maak je de snaar losser, dan wordt de toon lager. Draai je de snaar strakker, dan wordt de toon hoger.



afbeelding 1 Door de spanning van de snaren te veranderen, wordt de toon hoger of lager.

FREQUENTIE

De toonhoogte van een geluid hangt af van het aantal trillingen per seconde. Bij een snelle beweging zijn er veel trillingen per seconde. Je hoort dan een hoge toon. Het aantal trillingen per seconde noem je de **frequentie**. Bij een grote frequentie heb je een hoge toon.

Bij muziek worden de tonen aangegeven met letters. Zo geeft de tweede snaar van een gitaar de toon A. Toon A heeft een frequentie van 440 trillingen per seconde.
1 trilling per seconde noem je 1 hertz.
Je zegt dan: toon A heeft een frequentie van 440 hertz.
Hertz kun je afkorten met Hz. 440 hertz wordt dan 440 Hz.

PROEF 1 HOGE EN LAGE TONEN MAKEN

15 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ stemvork van 440 Hz
- ☐ stemvork van 1200 Hz
- ☐ klankkast
- ☐ hamertje

Uitvoering

- Pak de stemvork van 440 Hz (zonder klankkast).
- Sla tegen de stemvork met het hamertje.

1 Hoor je het geluid hard of zacht?
- ○ A hard
- ○ B zacht

- Zet de stemvork op de klankkast.
- Sla tegen de stemvork met het hamertje.

2 Hoor je het geluid nu harder of zachter?
Je hoort het geluid *HARDER* / *ZACHTER*.

3 Het geluid wordt door de klankkast *VERSTERKT* / *VERZWAKT*.

4 Wanneer klinkt de toon het hoogst?
- ○ A als je de stemvork aanslaat met klankkast
- ○ B als je de stemvork aanslaat zonder klankkast
- ○ C in beide gevallen even hoog

- Pak de stemvork van 1200 Hz en zet hem in de klankkast.
- Sla tegen de stemvork met het hamertje.

5 Hoe vaak trilt deze stemvork als je hem aanslaat?
○ A 1200 keer
○ B 1200 keer per seconde
○ C 1200 keer per minuut
○ D 1200 keer per uur

6 Vergelijk het geluid van de stemvorken.
○ A Het geluid van de stemvork van 440 Hz is het hoogst.
○ B Het geluid van de stemvork van 1200 Hz is het hoogst.
○ C Het geluid van beide stemvorken is even hoog.

7 Welke stemvork trilt het snelst?
De stemvork van *440* / *1200* Hz trilt het snelst.

- Ruim alles netjes op.

1 Hoe noem je muziek als de frequentie van een toon verkeerd is?
○ A te hard
○ B te zacht
○ C vals
○ D verouderd

2
a Bij hoge tonen trilt een snaar *LANGZAAM* / *SNEL*.
b Een *KORTE* / *LANGE* snaar geeft een hoge toon.

3
a Een langzaam trillende snaar geeft een *HOGE* / *LAGE* toon.
b Een *KORTE* / *LANGE* snaar geeft een lage toon.

4 Een vioolsnaar geeft een te lage toon en klinkt daardoor vals.
Hoe geef je de snaar weer de goede toonhoogte?
Door de snaar *LOSSER* / *STRAKKER* te spannen.

5 Het aantal trillingen in 1 s noem je de ....

6 Hoe groot is de frequentie als een geluidsbron 50× per seconde trilt?

....

7 Wat wordt aangegeven met ‘De frequentie is 500 Hz’?
○ A de toonhoogte
○ B de toonsoort
○ C hoe hard het geluid is

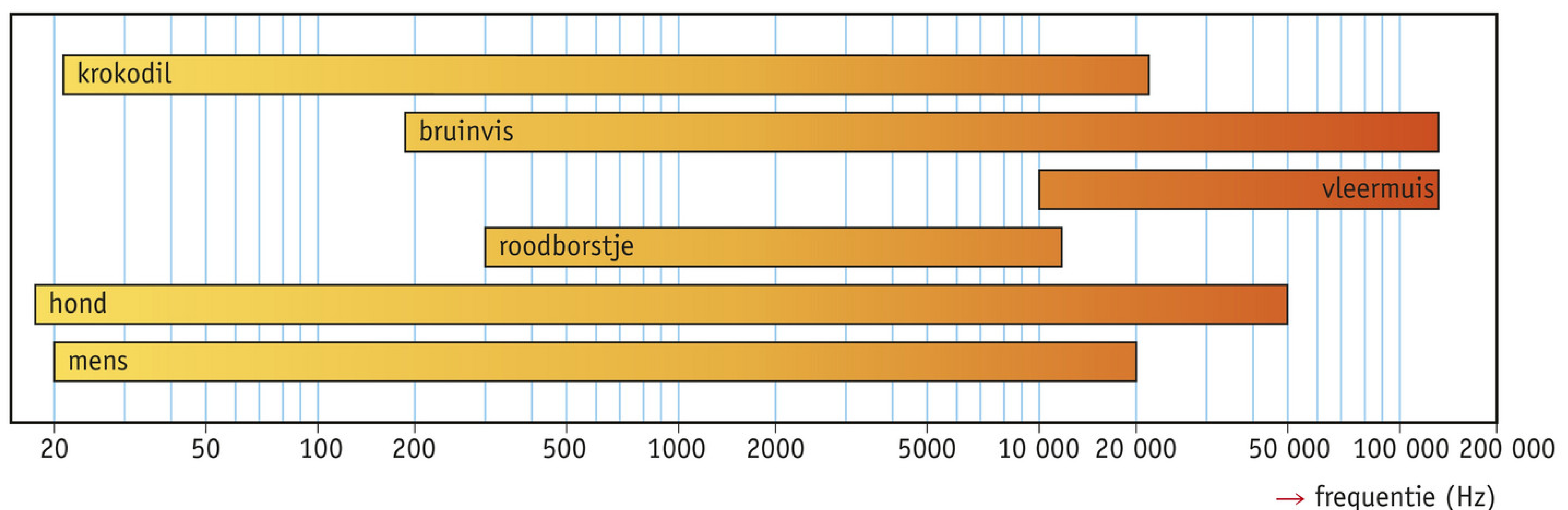
8 Wat is de eenheid van frequentie? Schrijf ook de afkorting op.

....

FREQUENTIEBEREIK

Mensen kunnen niet alle geluiden horen. Tonen met een frequentie kleiner dan 20 Hz horen mensen niet. Tonen met een frequentie groter dan 20 000 Hz ook niet. Het gebied tussen de 20 Hz en 20 000 Hz kunnen mensen wel horen. Dit noem je het **frequentiebereik**.

Dieren hebben een ander frequentiebereik dan mensen. Honden bijvoorbeeld kunnen frequenties tot wel 50 000 Hz horen. In afbeelding 2 zie je het frequentiebereik van enkele dieren. Een roodborstje heeft een frequentiebereik van 300 Hz tot ongeveer 12 000 Hz.



afbeelding 2 Elke diersoort heeft een ander frequentiebereik.

1000 hertz (Hz) kun je ook schrijven als 1 kilohertz (kHz).
1 kHz = 1000 Hz
Het frequentiebereik van vleermuizen ligt tussen 10 kHz en 120 kHz.

TOONGENERATOR

Een **toongenerator** is een elektrisch apparaat dat geluidstrillingen maakt (afbeelding 3). Een toongenerator kun je precies instellen op een frequentie. Je kunt een toongenerator ook downloaden op de computer, of als app op je telefoon.

PROEF 2 HET FREQUENTIEBEREIK VAN JE GEHOOR BEPALEN

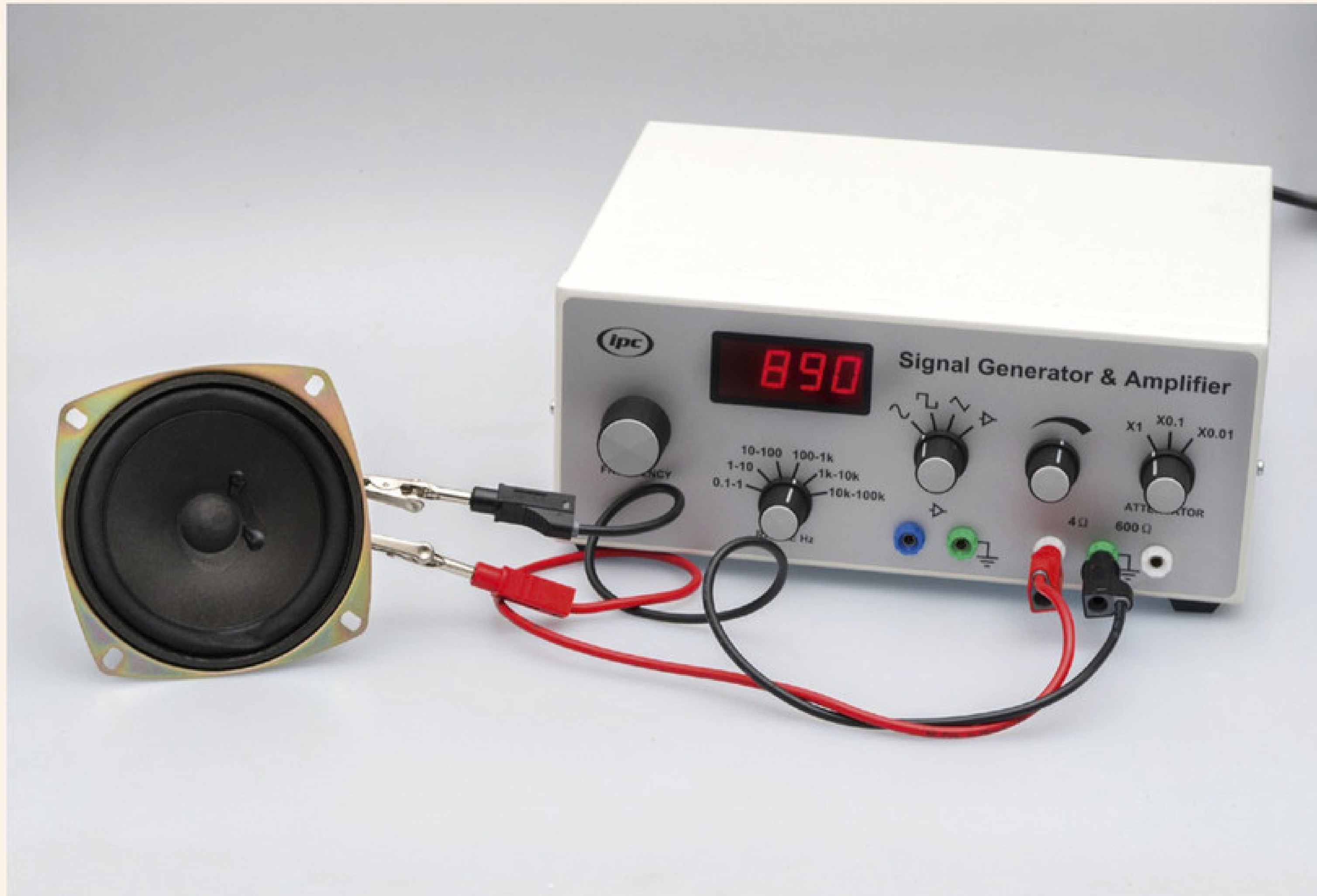
15 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ toongenerator
- ☐ luidspreker
- ☐ 2 snoeren
- ☐ 2 krokodillenbekken

Uitvoering

- Sluit de luidspreker aan op de toongenerator zoals in afbeelding 3.
- Zet de toongenerator aan.
- Stel de frequentie in op 500 Hz.
- Zet de volumeknop zó, dat je het geluid goed hoort.
- Draai de frequentie omlaag.



afbeelding 3 De opstelling van proef 2.

1 Wat gebeurt er met de toonhoogte?

....

- Draai de frequentie zó laag, dat je de toon nog net hoort.
- Draai nu de volumeknop iets omhoog.

2 Doordat je het volume hoger zet, kun je de toon *WEL* / *NIET* beter horen.

- Probeer een zo laag mogelijke toon te horen.
- Draai daarvoor de frequentie omlaag.
- Zorg ervoor dat je de toon net kunt horen.
- Kijk naar de stand van de knop en lees de frequentie af op de schaalverdeling.

3 Wat is de laagste frequentie die jij nog kunt horen?

....

- Draai de frequentie omhoog tot de beginstand van 500 Hz.
- Stel het volume zo in, dat je het geluid goed hoort.
- Draai de frequentie verder omhoog.

4 Wat gebeurt er met de toon?

....

- Verhoog de frequentie totdat je de toon niet meer kunt horen.
- Kijk naar de stand van de knop en lees de frequentie af.

5 Wat is de hoogste frequentie die jij nog kunt horen?

....

- Zet de toongenerator uit.
- Ruim alles netjes op.

9 Kun je alle geluidstrillingen horen? *JA* / *NEE*

10 Met welk apparaat kun je geluidstrillingen maken van een precieze frequentie?

met een ....

11 Welke geluidstrillingen kun je niet horen?

Trillingen beneden .... Hz en trillingen boven .... Hz of .... kHz kun je niet horen.

12 Wat is het frequentiebereik?

....

....

13 Wat is het frequentiebereik van mensen?

○ A alle frequenties onder 20 000 Hz
○ B frequenties tussen 20 Hz en 20 000 Hz
○ C alle frequenties boven 20 Hz

14 In de eerste kolom van tabel 1 staat een aantal frequenties.
Welke frequenties kun je wel horen en welke niet?
Zet in tabel 1 telkens een kruisje in de juiste kolom.

tabel 1 Hoor je de frequenties wel of niet?

frequentie (Hz)	Je hoort het geluid wel.	Je hoort het geluid niet.
1200		
16		
12 000		
21 000		
160		
19		
96		
14 750		

★ 15 Wat is de frequentie van een hondenfluitje?

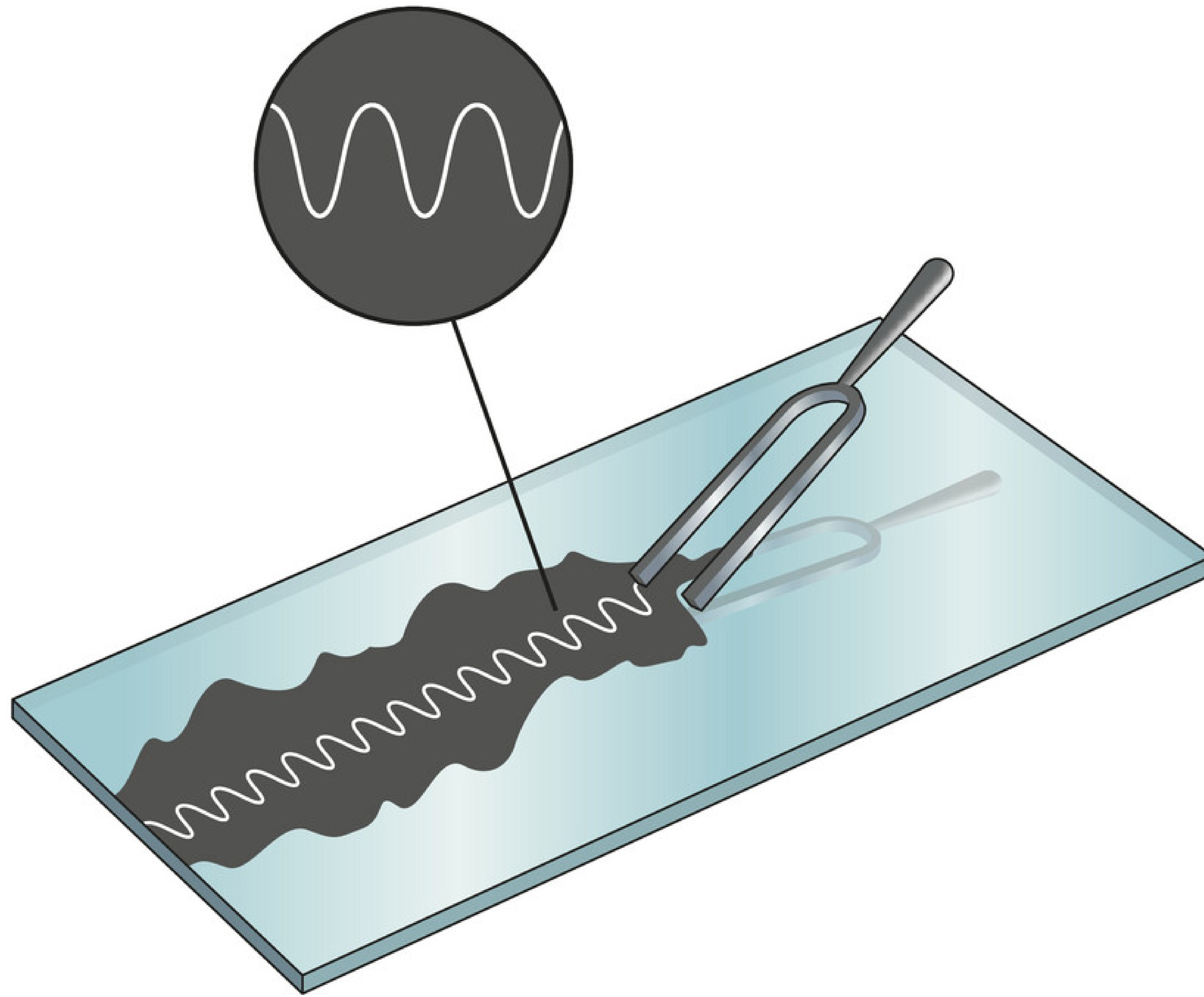
1 De frequentie is groter dan .... Hz, want mensen kunnen het geluid van het fluitje *WEL* / *NIET* horen.

2 De frequentie is kleiner dan .... Hz, want ....

....

GELUIDSTRILLINGEN ZICHTBAAR MAKEN

Trillingen van geluid zijn meestal niet zichtbaar. Met een proefje kun je de trillingen wel zichtbaar maken. Dit zie je in afbeelding 4. Een trillende stemvork wordt over een glasplaatje getrokken. Op het glasplaatje zit roet. De stemvork tekent een golvende lijn van trillingen in het roet.



afbeelding 4 De trillingen van een stemvork worden zichtbaar op een glasplaat met roet.

PROEF 3 TRILLINGEN TEKENEN

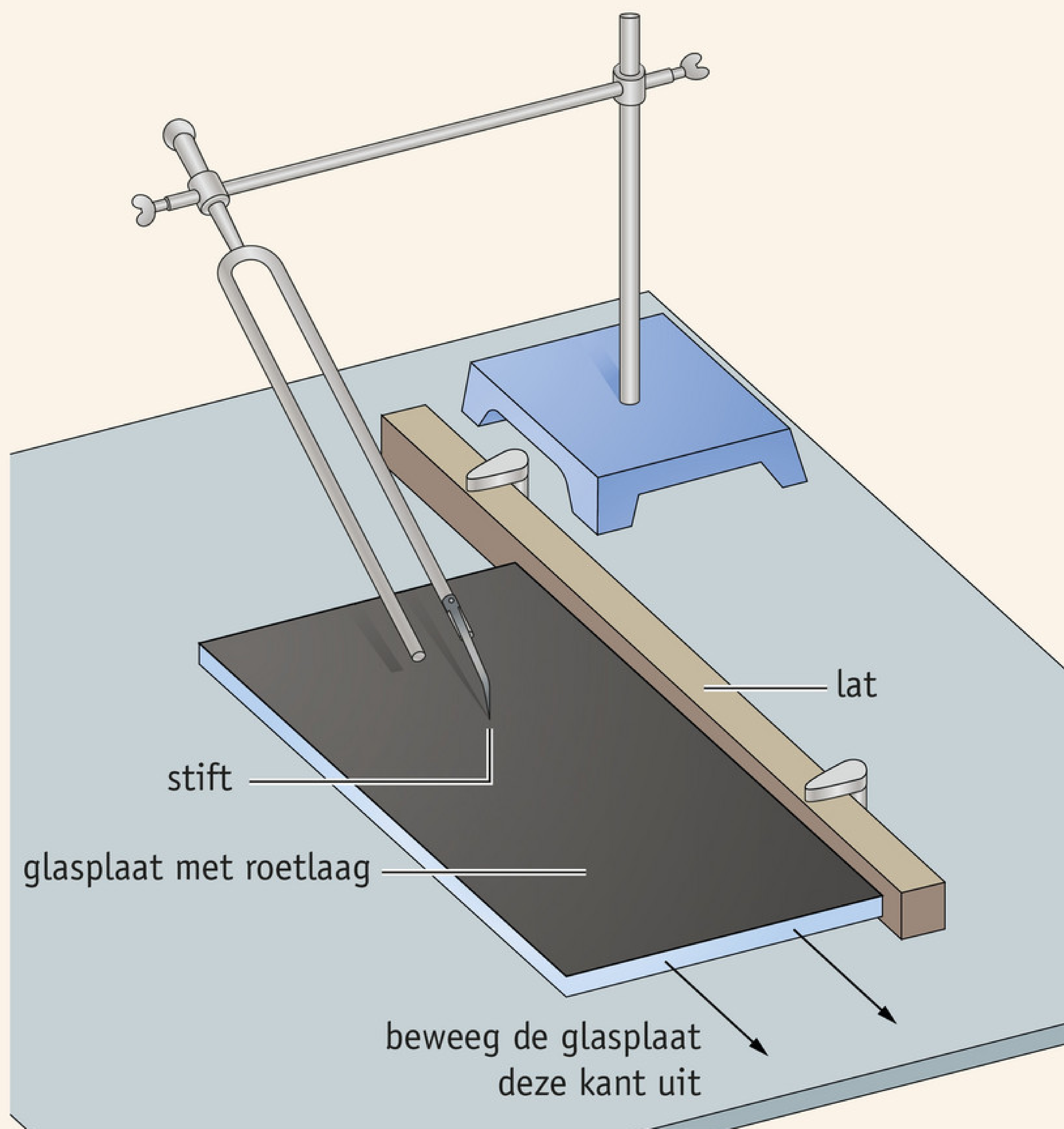
20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ statiefvoet
- ☐ statiefstang
- ☐ statiefklem
- ☐ lat (ongeveer 40 cm lang)
- ☐ 2 tafelklemmen
- ☐ stemvork met stift
- ☐ glasplaat (ongeveer 5 × 15 cm)
- ☐ kaars
- ☐ lucifers
- ☐ hamertje

Uitvoering

- Klem de lat op de tafel met behulp van de tafelklemmen.
- Maak de opstelling zoals in afbeelding 5.
- Zorg ervoor dat de stift van de stemvork de spiegel raakt.
- Steek de kaars aan.
- Neem de glasplaat voorzichtig uit de opstelling.
- Houd de glasplaat vlak boven de brandende kaars.



afbeelding 5 De opstelling van proef 3.

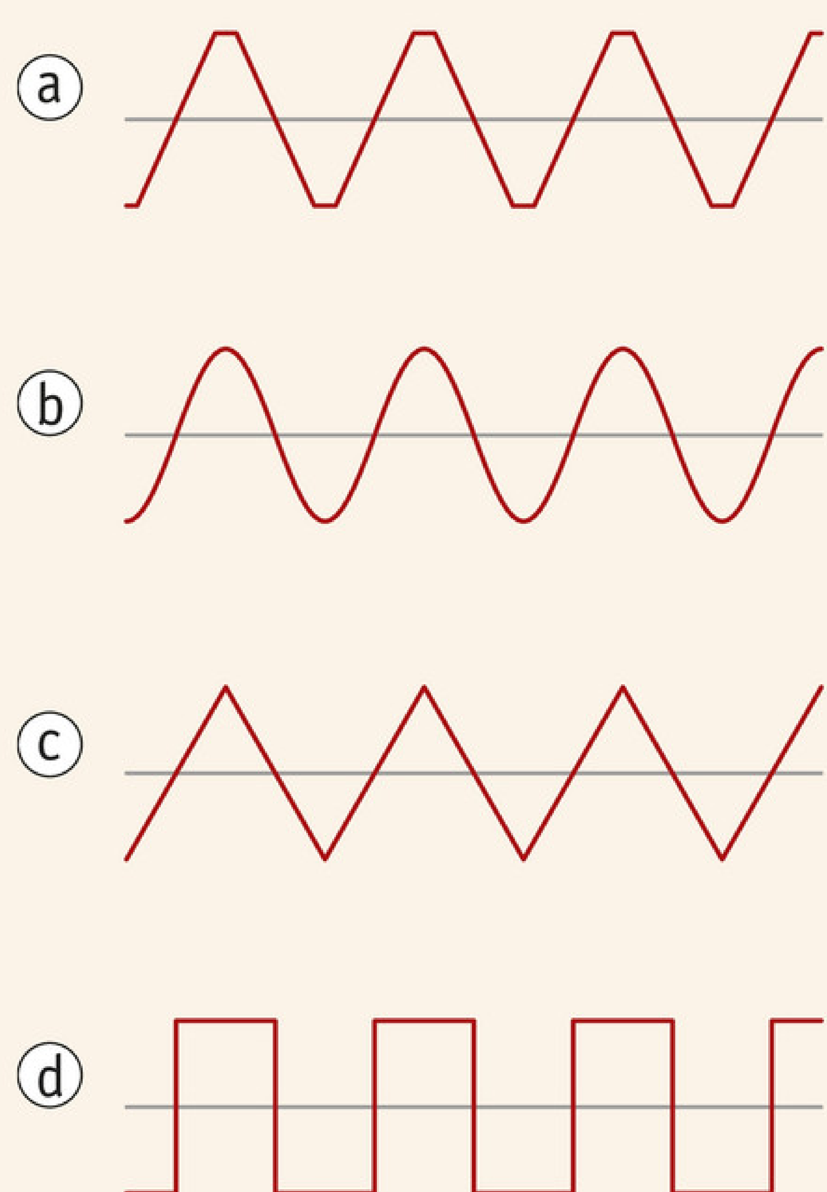
- Maak de glasplaat zwart met het roet dat van de vlam komt. Let op dat je je vingers niet brandt.
- Leg de glasplaat met de beroete kant naar boven terug tegen de lat.
- Beweeg de glasplaat onder de stift door terwijl je hem tegen de lat blijft drukken.
- Kijk naar de roetlaag.

1 Je ziet nu een *GOLVENDE* / *RECHTE* lijn op de spiegel.

- Leg de glasplaat weer terug op de beginplek.
- Sla de stemvork aan met het hamertje.
- Beweeg de glasplaat langzaam onder de naald door terwijl de stemvork trilt.
- Kijk naar de roetlaag.
- Als het goed is gegaan, zie je nu een tekening in de roetlaag.

2 In afbeelding 6 zie je verschillende tekeningen.
Welke lijkt het meest op de tekening op de glasplaat?

○ A tekening a
○ B tekening b
○ C tekening c
○ D tekening d



afbeelding 6 Figuren die de stemvork gemaakt kan hebben.

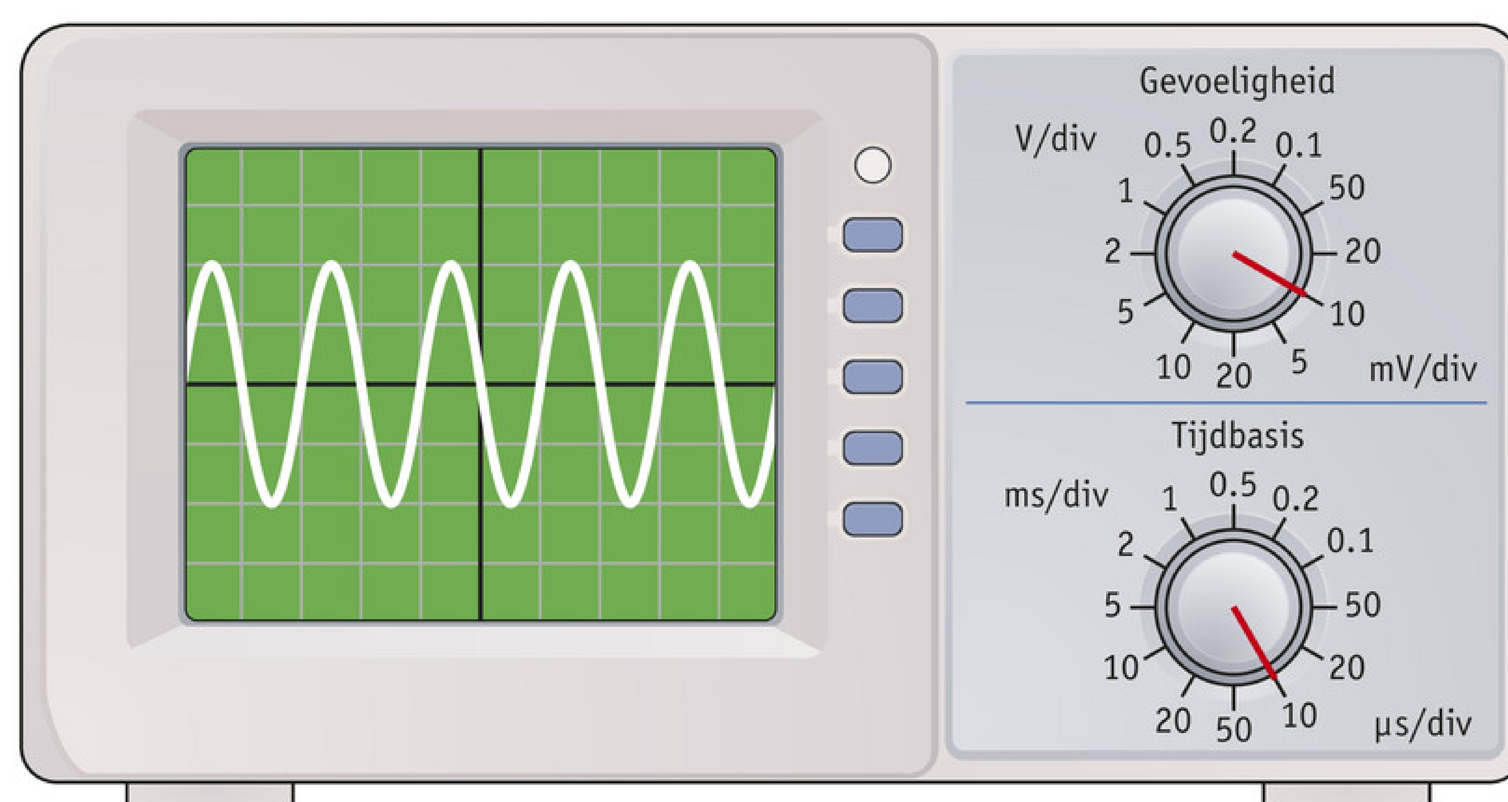
3 Hoe noem je de vorm van de lijn die de trillende stemvork op de glasplaat heeft gemaakt?

○ A blokvormig
○ B golvend
○ C hoekig
○ D schuin

- Ruim alles netjes op.

OSCILLOSCOOP

Een **oscilloscoop** is een apparaat dat trillingen van geluid zichtbaar maakt. Die zie je dan op een beeldscherm (afbeelding 7). De trillingen worden opgevangen door een microfoon. De microfoon zet de trillingen om in een elektrisch signaal. Dit signaal gaat naar de oscilloscoop. Op het scherm zie je het geluid als een golvende lijn.



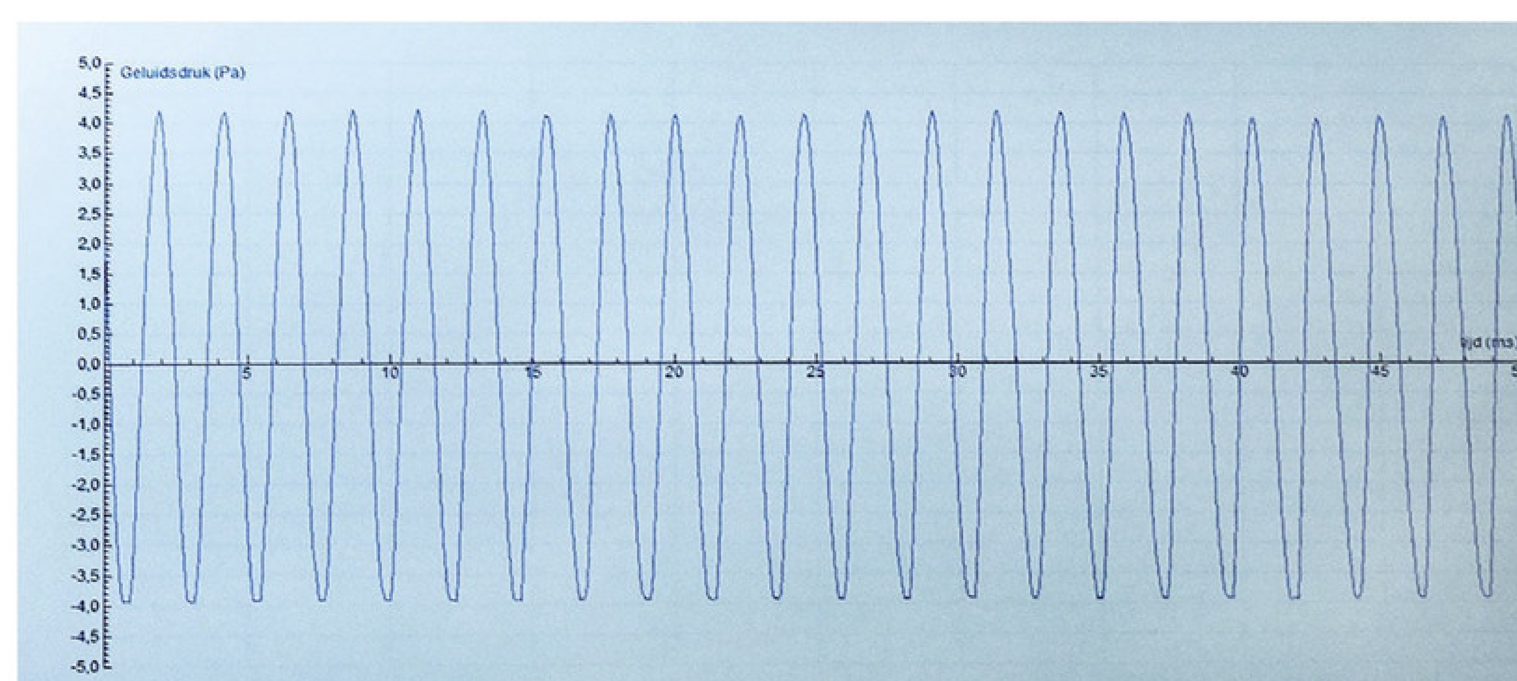
afbeelding 7 De golvende lijn op het beeldscherm van een oscilloscoop.

In plaats van een oscilloscoop kun je een computer gebruiken (afbeelding 8). Het geluid wordt weer opgevangen door een microfoon. Het elektrische signaal gaat naar de computer. Die zet het signaal om in een golvende lijn op het scherm. Er zijn ook apps die geluid zichtbaar maken op je telefoon of tablet.

afbeelding 8 Geluid zichtbaar maken op het scherm van een computer.



a de hele opstelling

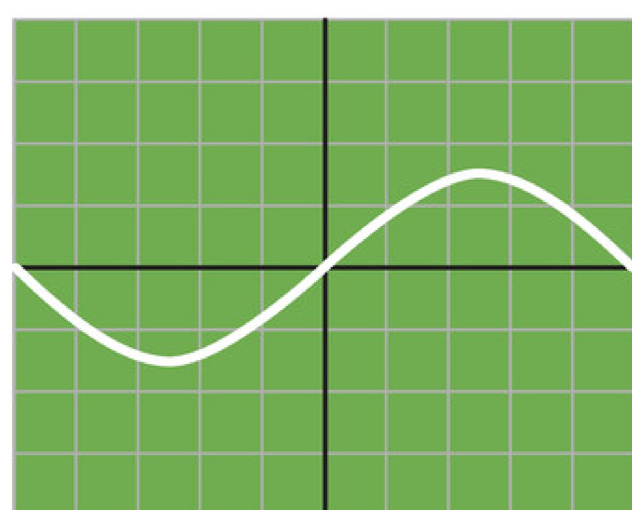


b de zichtbaar gemaakte geluidsgolven

Hoe meer golven op het scherm, hoe meer trillingen per seconde. Een brede golf betekent een kleine frequentie. Bij meer golven in dezelfde tijd worden de golven op het scherm smaller. De frequentie is dan groter. Hoe meer golven op het scherm, hoe hoger de toon van het geluid (afbeelding 9).

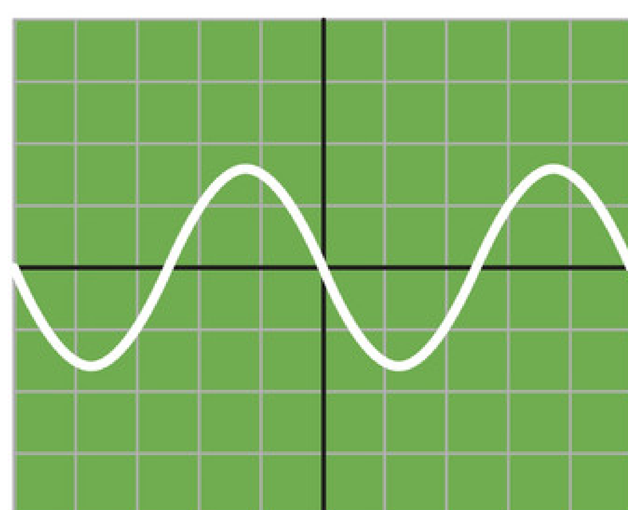
afbeelding 9 Drie verschillende tonen op het scherm van een oscilloscoop.

laag



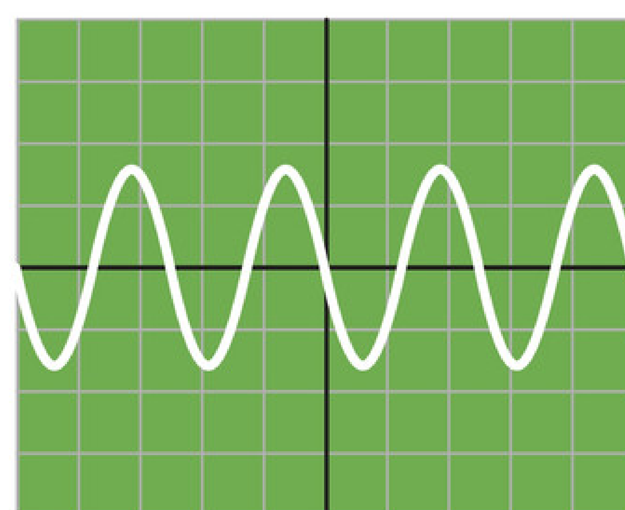
a

middelhoog



b

hoog



c

PROEF 4 METINGEN DOEN MET DE OSCILLOSCOOP

20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ toongenerator
- ☐ oscilloscoop
- ☐ luidspreker
- ☐ 4 snoeren
- ☐ 2 krokodillenbekken

Uitvoering

- Maak de opstelling van afbeelding 10.
- Schakel de oscilloscoop en de toongenerator in.

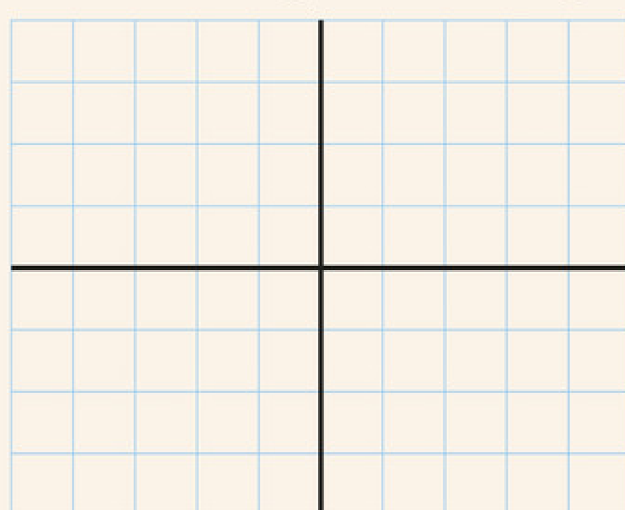


afbeelding 10 De opstelling van proef 4.

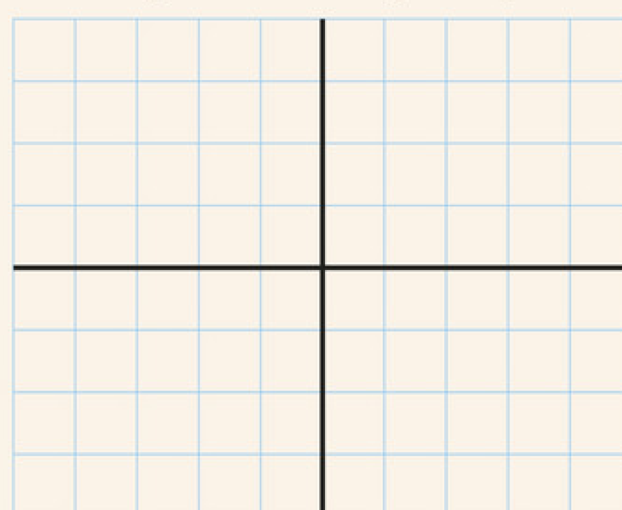
- Stel de oscilloscoop zo in dat je twee hele golven op het scherm ziet, zoals in afbeelding 9b.
- Stel het geluid zo in, dat je het goed kunt horen.
- Vraag hulp aan je leraar als het niet goed lukt.
- Luister naar het geluid.
- Kijk naar de golvende lijn op de oscilloscoop.

1 Teken de golvende lijn zo nauwkeurig mogelijk in afbeelding 11a.

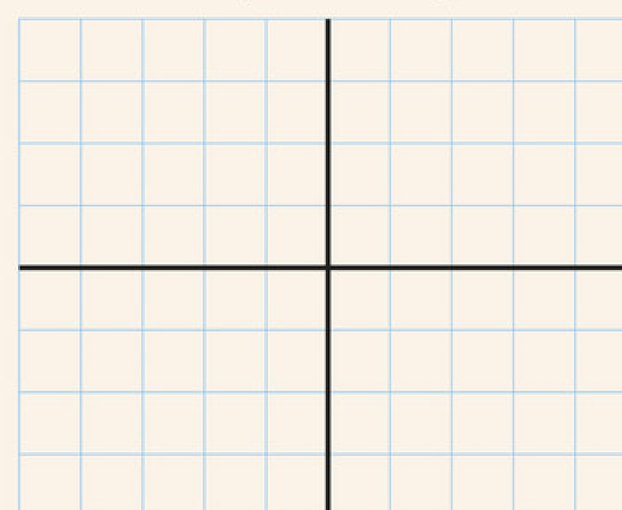
afbeelding 11 De golvende lijnen die je op de oscilloscoop hebt gezien.



a



b



c

- Stel een lagere toon in.

2 Teken de nieuwe golvende lijn in afbeelding 11b.

- Stel de begintoon weer in.
- Je ziet op het scherm van de oscilloscoop weer de golvende lijn van afbeelding 9b.

3 De golf op het beeldscherm is veranderd toen je de lagere toon hoorde.
Hoe is de golf veranderd?
○ A Er waren meer golven.
○ B Er veranderde niets.
○ C Er waren minder golven.

- Stel een hogere toon in.
- Kijk naar het beeldscherm.

4 Teken de nieuwe golvende lijn in afbeelding 11c.

5 Is de hoogte van de golven veranderd?
De hoogte van de golven is *WEL* / *NIET* veranderd.

6 Hoe is het aantal golven veranderd?
Het aantal golven is *GROTER* / *KLEINER* geworden.

- Stel een nog hogere toon in.
- Kijk weer naar het beeldscherm.

7 Als de toon hoger wordt, is het aantal golven *GROTER* / *KLEINER*.

8 De frequentie verandert *WEL* / *NIET* als de toon verandert.

9 Een hoge toon heeft *WEL* / *NIET* meer trillingen per seconde dan een lagere toon.

- Ruim alles netjes op.

16 Trillingen van geluid zijn meestal *WEL* / *NIET* zichtbaar.

17 Waarvoor gebruik je een oscilloscoop als je proeven doet met geluid?

....

....

18 Welke apparaten kun je aansluiten op een oscilloscoop?

....

19 Met welke andere apparaten kun je geluidstrillingen zichtbaar maken?

....

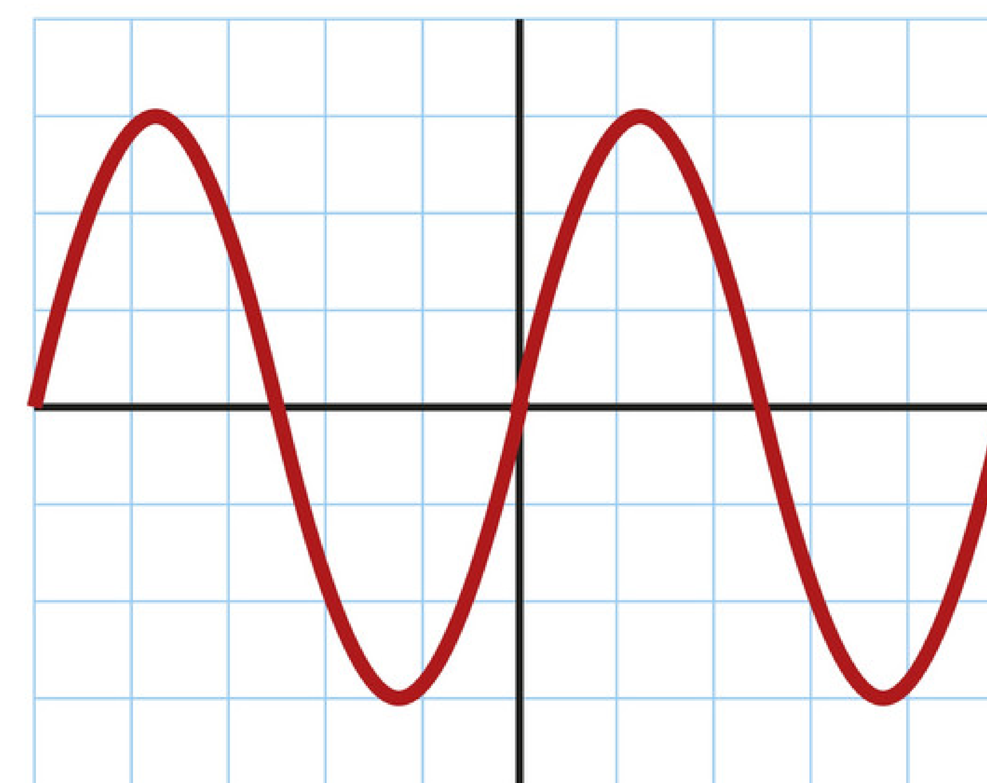
20 Kies de juiste woorden.

a Als je op een oscilloscoop veel golven ziet, dan is de toon *HOOG* / *LAAG*.

b Bij een lagere toon zie je *MEER* / *MINDER* golven op de oscilloscoop.

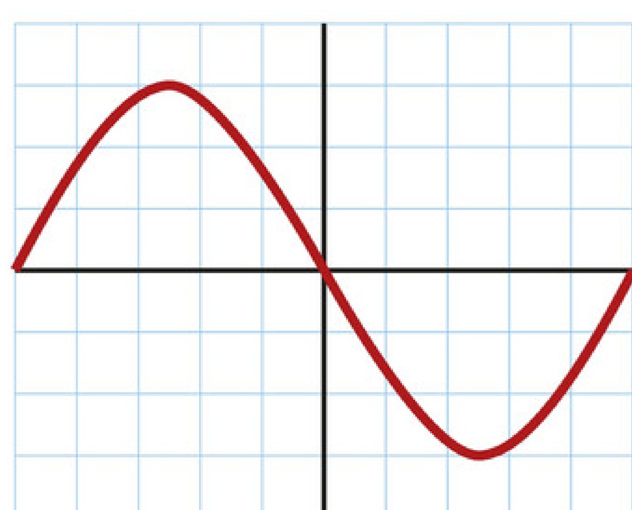
21  Yannick doet een proef op school. Hij stelt de toongenerator in op een toon van 440 Hz. Op de oscilloscoop ziet hij het beeld van afbeelding 12.

a Yannick stelt de toongenerator in op 880 Hz. Welk beeld ziet Yannick nu op de oscilloscoop?

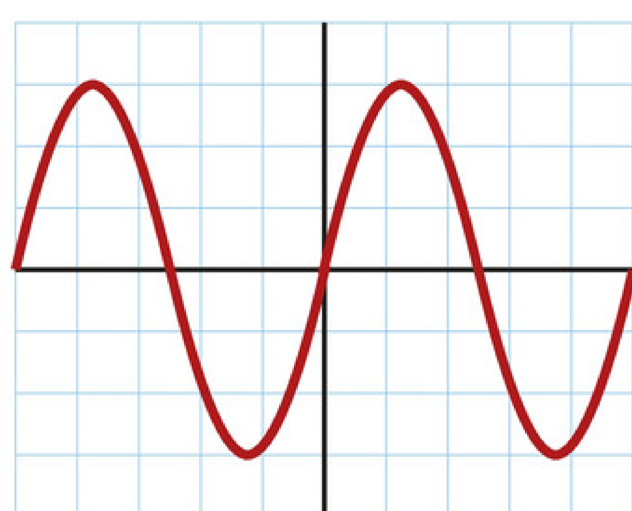


afbeelding 12 Een oscilloscoopbeeld bij 440 Hz.

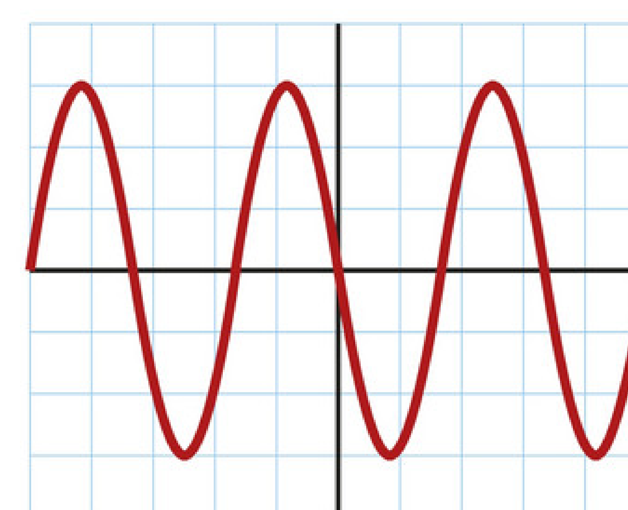
○ A



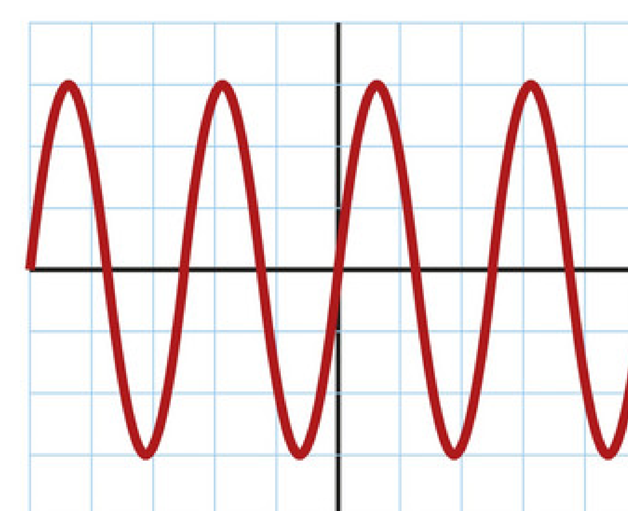
○ B



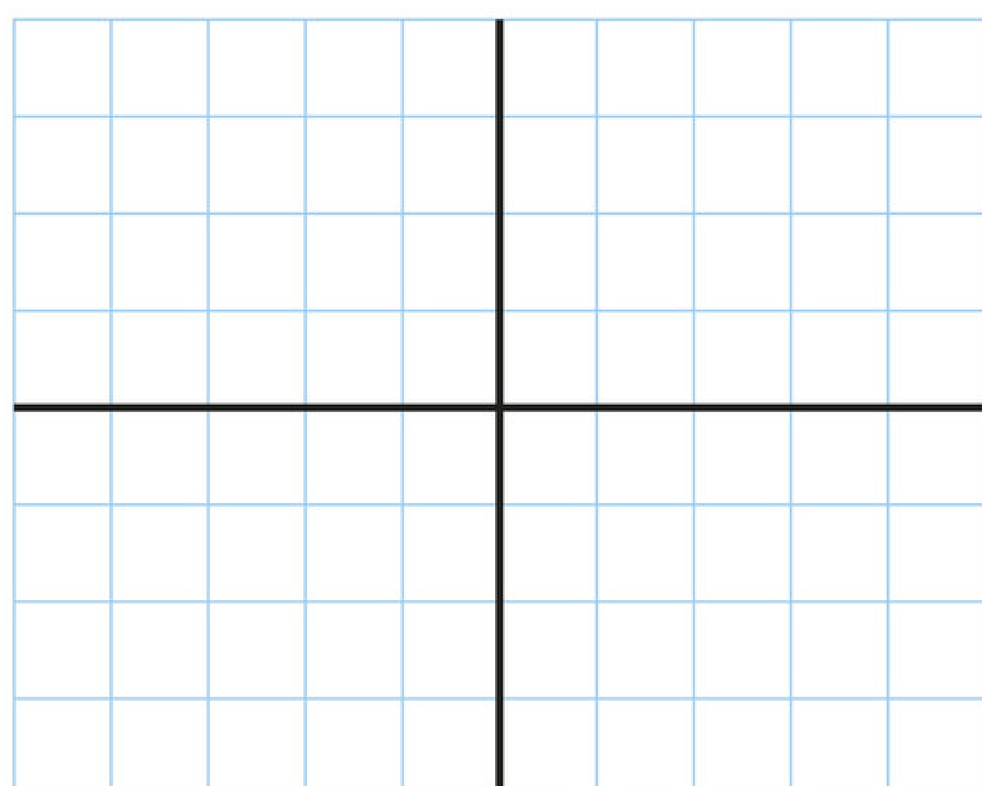
○ C



○ D



b Yannick stelt de toongenerator daarna in op 220 Hz. Teken in afbeelding 13 het beeld van de golf die Yannick nu op de oscilloscoop ziet.



afbeelding 13 Een oscilloscoopbeeld bij 220 Hz.

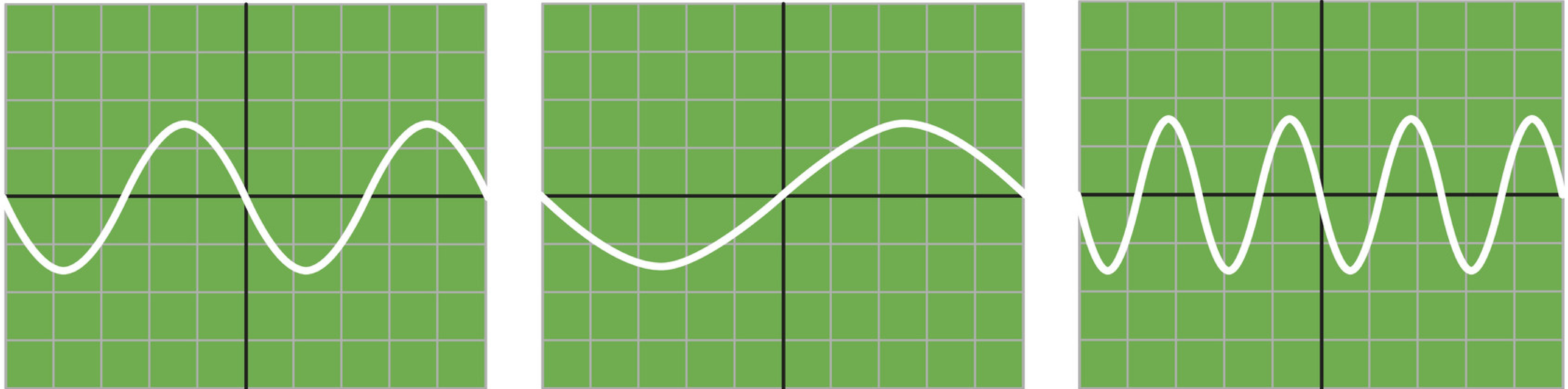
22 In afbeelding 14 zie je drie beelden van een oscilloscoop.

a Zet onder elk beeld het juiste woord of de juiste woorden.

b Kies uit: *hoge toon – lage toon – middentoon*.

c Schrijf onder elk beeld de juiste frequentie.
Kies uit: *500 Hz – 1000 Hz – 2000 Hz*.

afbeelding 14 Drie verschillende tonen op het scherm van een oscilloscoop.



....

....

ONTHOUD

Dunne en korte snaren geven een hoge toon.
Lange en dikke snaren geven een lage toon.
Als je een snaar strakker draait, dan wordt de toon hoger.
Draai je de snaar losser, dan wordt de toon lager.

De toonhoogte van geluid hangt af van het aantal trillingen per seconde.
Bij veel trillingen per seconde hoor je een hoge toon.
Bij weinig trillingen per seconde hoor je een lage toon.

De frequentie is het aantal trillingen per seconde.
1 trilling per seconde is 1 hertz (Hz).
Het frequentiebereik bestaat uit alle toonhoogten die je kunt horen.
Het frequentiebereik van mensen ligt tussen 20 Hz en 20 000 Hz.
Mensen hebben een ander frequentiebereik dan dieren.

Een toongenerator is een elektrisch apparaat dat geluidstrillingen maakt.
Met een oscilloscoop maak je de trillingen van geluid zichtbaar op een scherm.
Hoe meer golven je op een scherm ziet, hoe hoger de toon is. Hoe hoger de toon, des te groter is de frequentie.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.**

4 Hard en zacht geluid

LEERDOELEN

9.4.1 Je kunt beschrijven wat geluidssterkte is.
9.4.2 Je kunt op een beeld van een oscilloscoop zachte en harde geluiden van elkaar onderscheiden.
9.4.3 Je kunt het verschil uitleggen tussen dB en dB(A).
9.4.4 Je kunt geluidssterkte meten met een geluidssterktemeter.
9.4.5 Je kunt de pijngrens en de gehoordrempel beschrijven.
9.4.6 Je kunt beschrijven wat gehoorschade is en hoe je je hiertegen kunt beschermen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	9.4.1	9.4.2	9.4.3	9.4.4	9.4.5	9.4.6
Onthouden	1, 2, 3	4	6, 7, 8		14, 16, 20ab	23
Begrijpen				5, 11, 12ab	13, 15, 17, 18, 19ab	21, 22, 24, 25, 27, 28ab
Toepassen			9			
Analyseren		10				26ab

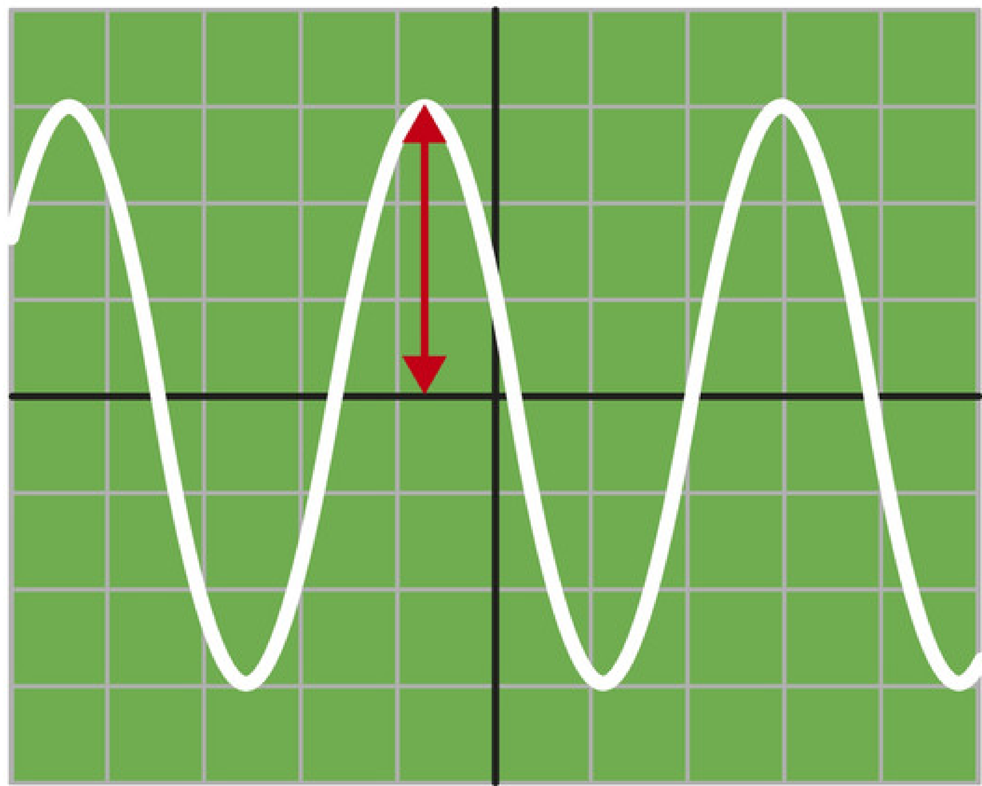
Van een harde klap kun je erg schrikken. Zacht gefluister hoor je bijna niet. Geluid kan hard zijn of zacht. De sterkte van geluid kun je meten.

GELUIDSSTERKTE

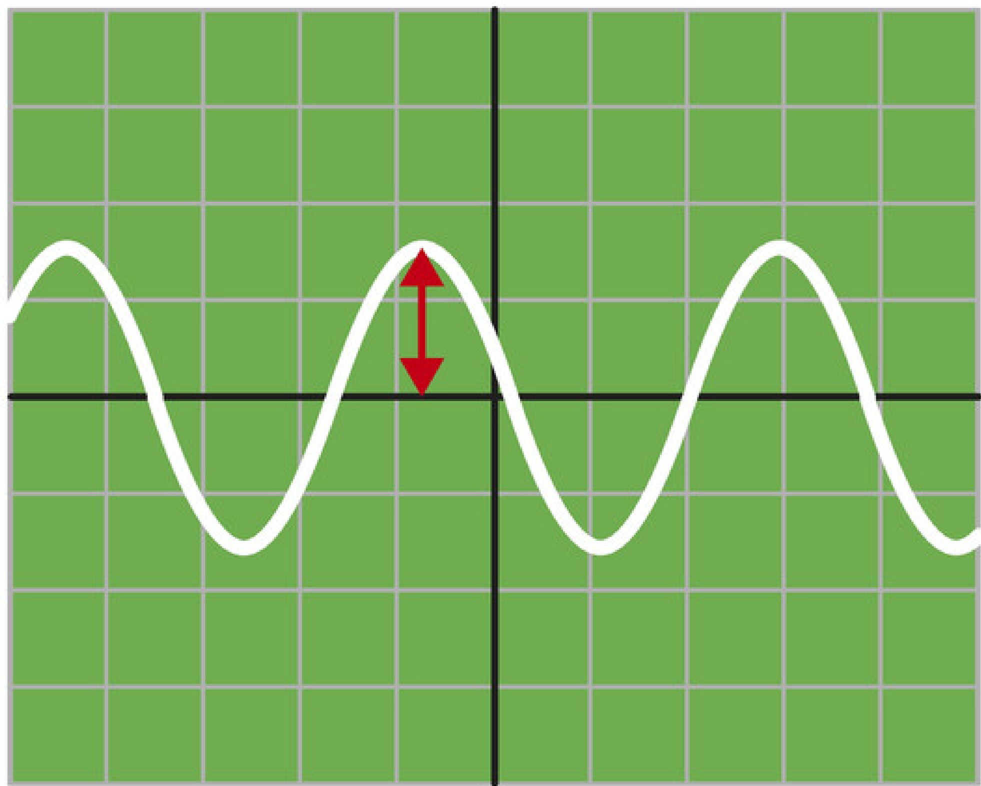
De **geluidssterkte** geeft aan hoe hard een geluid is. Je noemt geluidssterkte ook wel **geluidsniveau** of **geluidsvolume**.
Bij een grote geluidssterkte is het geluid hard. Bij een kleine geluidssterkte is het geluid zacht.

Aan de golvende lijn op een beeldscherm of in een diagram kun je zien of het geluid hard is of zacht. Een hard geluid heeft een hoge golf (afbeelding 1a). Een zacht geluid heeft een lage golf (afbeelding 1b).

afbeelding 1 Twee geluidsniveaus.



a een hard geluid: hoge golf



b een zacht geluid: lage golf

DECIBEL

De geluidssterkte meet je in de eenheid decibel. De afkorting van decibel is dB. Een geluid van 10 dB is heel zacht. Dit geluid kun je bijna niet horen. Een geluid van 110 dB is heel hard. Bijvoorbeeld het geluid bij een popconcert.

De politie meet soms de geluidssterkte van scooters. Dat doen ze, omdat hard geluid storend is en mensen overlast bezorgt. De geluidssterkte die is toegestaan, is 90 dB voor snorfietsen en 97 dB voor bromfietsen.

Geluidssterkte meet je met een **geluidssterktemeter** of **decibelmeter** (afbeelding 2).



afbeelding 2 Een geluidssterktemeter.

Je kunt de geluidssterkte ook meten met een microfoon en een computer. Er zijn ook apps voor je telefoon (afbeelding 3), maar die zijn niet altijd nauwkeurig.



afbeelding 3 Geluidssterkte meten met een app.

Je hoort een geluid. Dat lijkt anders dan het aantal decibel dat je op de geluidssterktemeter ziet. Bijvoorbeeld: de geluidssterktemeter meet een heel hard geluid. Maar zelf hoor je het geluid helemaal niet zo hard. Dat kan komen doordat mensen lage en hoge tonen minder goed horen.

De geluidssterkte van hoge en lage tonen lijkt voor mensen kleiner (het geluid klinkt zachter). Daarom heeft een geluidssterktemeter vaak een filter. Door dat filter wordt het geluid voor hoge en lage tonen verzwakt. Zo'n filter heet een **A-filter**. Schakel je het A-filter in, dan meet je de geluidssterkte in dB(A). De **geluidssterkte in dB(A)** geeft aan hoe hard het geluid voor mensen lijkt.

De geluidssterkte in dB is de echte geluidssterkte.
De geluidssterkte in dB(A) is hoe hard het geluid voor mensen lijkt.

1 Met welk woord geef je aan hoe hard geluid is?
- ○ A frequentie
- ○ B geluidshinder
- ○ C geluidssterkte
- ○ D toonhoogte

2 Schrijf twee andere woorden op die hetzelfde betekenen als geluidssterkte.

1 ....

2 ....

3 In welke eenheid wordt geluidssterkte gemeten?
- ○ A decibel
- ○ B frequentie
- ○ C hertz

4 Bij een hard geluid is de golf op de oscilloscoop *HOOG* / *LAAG*.

5 Wat meet je met een geluidssterktemeter?
- ○ A hoe hoog het geluidsniveau is
- ○ B hoelang een geluid duurt
- ○ C hoeveel kracht er op een geluidsbox staat
- ○ D hoeveel last je hebt van een geluid

6 Wat meet je als je de geluidssterkte in dB(A) meet?

Dan meet je ....

7 Welke tonen meet een geluidssterktemeter met een A-filter minder goed?

....

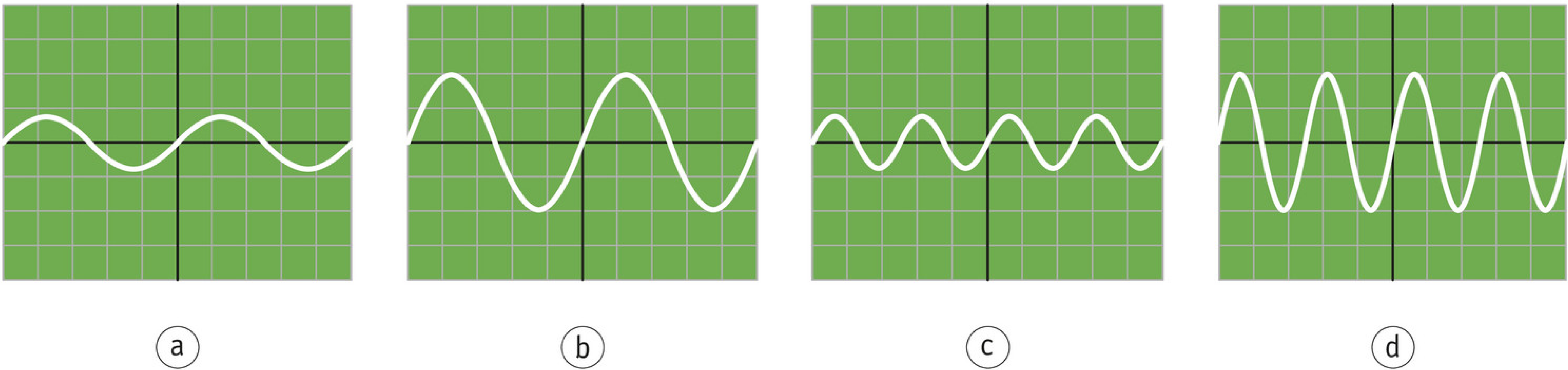
8 Welke geluidssterkte wordt in dB gemeten?

....

9 Je meet een toon met een frequentie van 8000 Hz twee keer: één keer in dB en één keer in dB(A).
Bij dB(A) geeft de meter een *GROTERE* / *KLEINERE* geluidssterkte aan.

10 In afbeelding 4 zie je de golven van vier trillingen.
In tabel 1 staat de omschrijving van het geluid.
Schrijf in kolom 2 de letter van de afbeelding die erbij hoort.

afbeelding 4 Verschillende trillingen op een scherm van een oscilloscoop.



tabel 1 Vier trillingen.

Hoe klinkt het geluid?	afbeelding
harde, hoge toon	
harde, lage toon	
zachte, hoge toon	
zachte, lage toon	

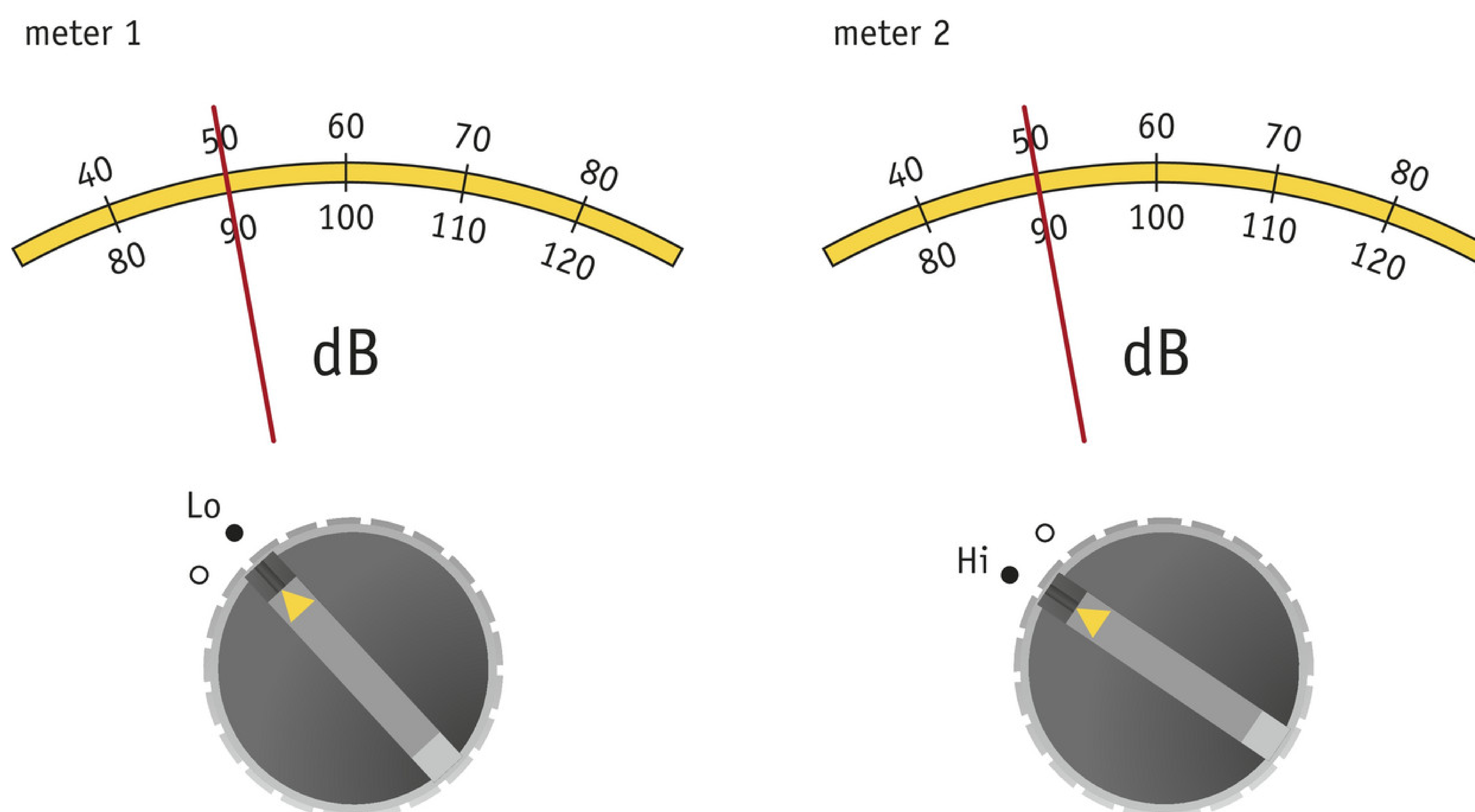
GELUIDSSTERKTEMETER AFLEZEN

Een digitale geluidssterktemeter geeft de geluidssterkte in cijfers (afbeelding 2). De geluidssterktemeter van afbeelding 5 heeft een keuzeknop en een wijzer met schaalverdeling. Bij deze analoge meter moet je zelf de geluidssterkte aflezen.



afbeelding 5 Een analoge geluidssterktemeter.

In afbeelding 6 zie je twee keer de schaal van een geluidssterktemeter. Bij meter 1 staat de keuzeknop op de stand Lo, de afkorting van het Engelse *low* (laag). Bij meter 2 staat de knop op stand Hi, de afkorting van het Engelse *high* (hoog).
Lo is de schaal die van 40 tot 80 dB gaat. Dat is de bovenste schaal van de meter.
Hi is de schaal die van 80 tot 120 dB gaat. Dat is de onderste schaal van de meter.



afbeelding 6 Twee keer de schaal van een geluidssterktemeter.

Kijk naar meter 1 van afbeelding 6. De keuzeknop staat op Lo. Je moet dan kijken naar de bovenste schaal. De wijzer staat op 50 dB.
De keuzeknop van meter 2 staat op Hi. Daar hoort de onderste schaal bij. Je leest 90 dB af.

11 In afbeelding 6 staat de wijzer bij meter 1 in dezelfde stand als bij meter 2.
Hoe zie je dat meter 1 de waarde 50 dB aanwijst en meter 2 de waarde 90 dB?

....

....

....

12 Bekijk afbeelding 7.

a Welke geluidssterkte geven de meters aan?

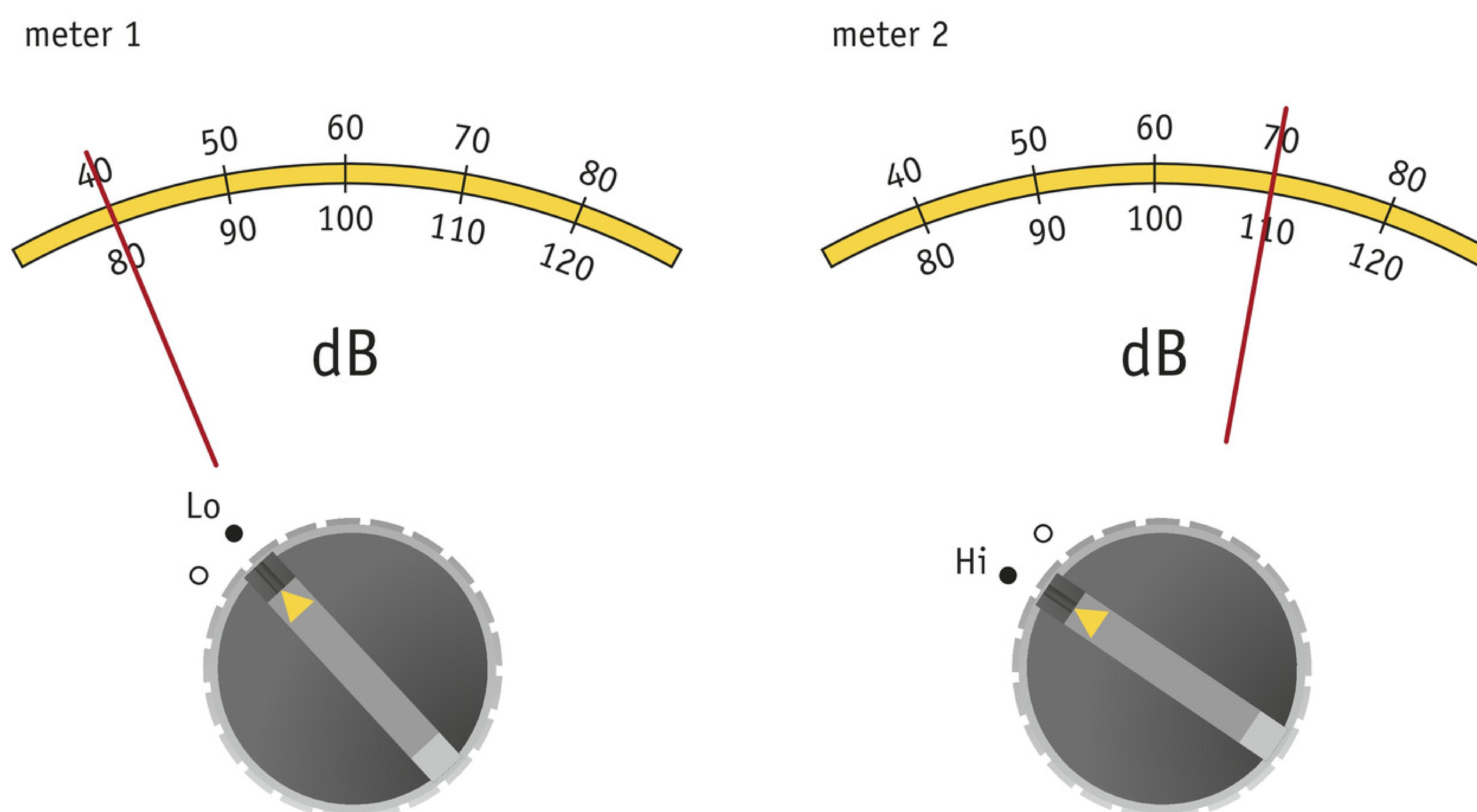
meter 1: ....

meter 2: ....

b Is het geluid hard of zacht?

meter 1: ....

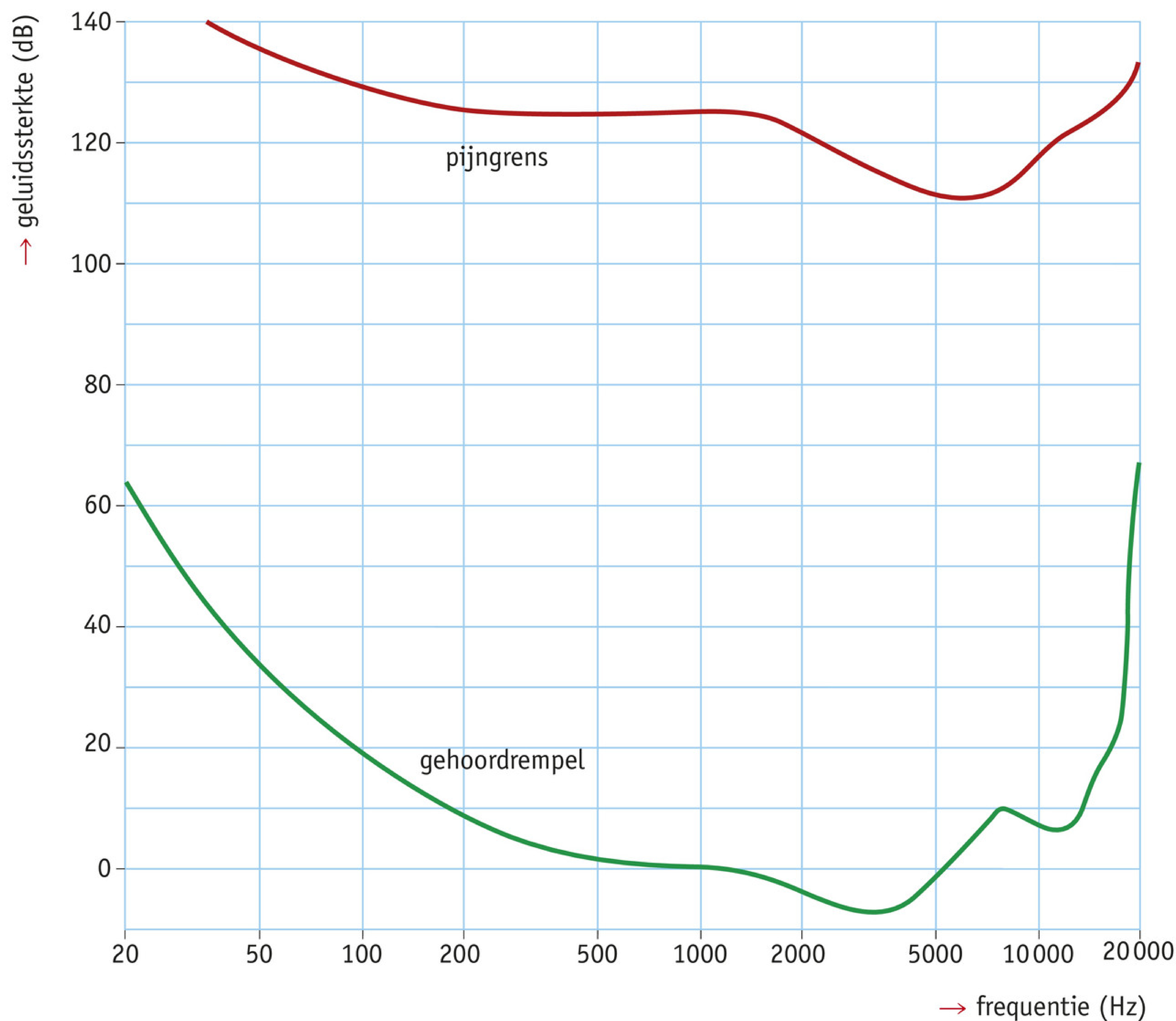
meter 2: ....



afbeelding 7 De schaal van een geluidssterktemeter.

GEHOORDREMPEL

Als trillingen te zacht zijn, kun je ze niet horen. De kleinste geluidssterkte die je kunt horen, noem je de **gehoordrempel**. De gehoordrempel hangt af van de frequentie. Geluiden met een grote of kleine frequentie hoor je minder goed. Dit zie je in afbeelding 8 aan de groene lijn.



afbeelding 8 De pijngrens en de gehoordrempel.

Kijk in afbeelding 8 naar de frequentie van 200 Hz. Ga naar boven tot de groene lijn, en dan helemaal naar links tot je het getal kunt aflezen. De geluidssterkte is ongeveer 10 dB. Een geluid met een frequentie van 200 Hz hoor je dus bij een geluidssterkte van 10 dB en meer. Een geluid met een frequentie van 50 Hz hoor je pas bij een geluidssterkte van ongeveer 34 dB.

In afbeelding 8 zie je ook een rode lijn. Dit is de **pijngrens**. Geluid dat boven de pijngrens ligt, doet pijn aan je oren. De pijngrens is ook niet voor alle frequenties hetzelfde.
Geluid boven de pijngrens beschadigt je gehoor al na korte tijd. Een beschadigd gehoor kan niet meer herstellen.

13 Hoe noem je de geluidssterkte die je nog net kunt horen?

De geluidssterkte die je nog net kunt horen, is de ....

14 Als geluid pijn doet aan je oren, dan ligt de geluidssterkte boven de ....

- Gebruik bij opdracht 15 tot en met 19 afbeelding 8.

15 De gehoordrempel is *WEL* / *NIET* voor alle frequenties gelijk.

16 De pijngrens is *WEL* / *NIET* voor alle frequenties gelijk.

17 Tussen welke frequenties is de gehoordrempel het laagst?

Tussen .... Hz en .... Hz is de gehoordrempel het laagst.

18 Op een feest wordt keiharde muziek gedraaid. De luidsprekers produceren een geluidssterkte van 140 dB.
Deze geluidssterkte ligt *WEL* / *NIET* boven de pijngrens.

19 **a** Hoeveel decibel is de gehoordrempel van geluid van 100 Hz?

ongeveer .... dB

b Hoeveel decibel is de pijngrens van een geluid van 500 Hz?

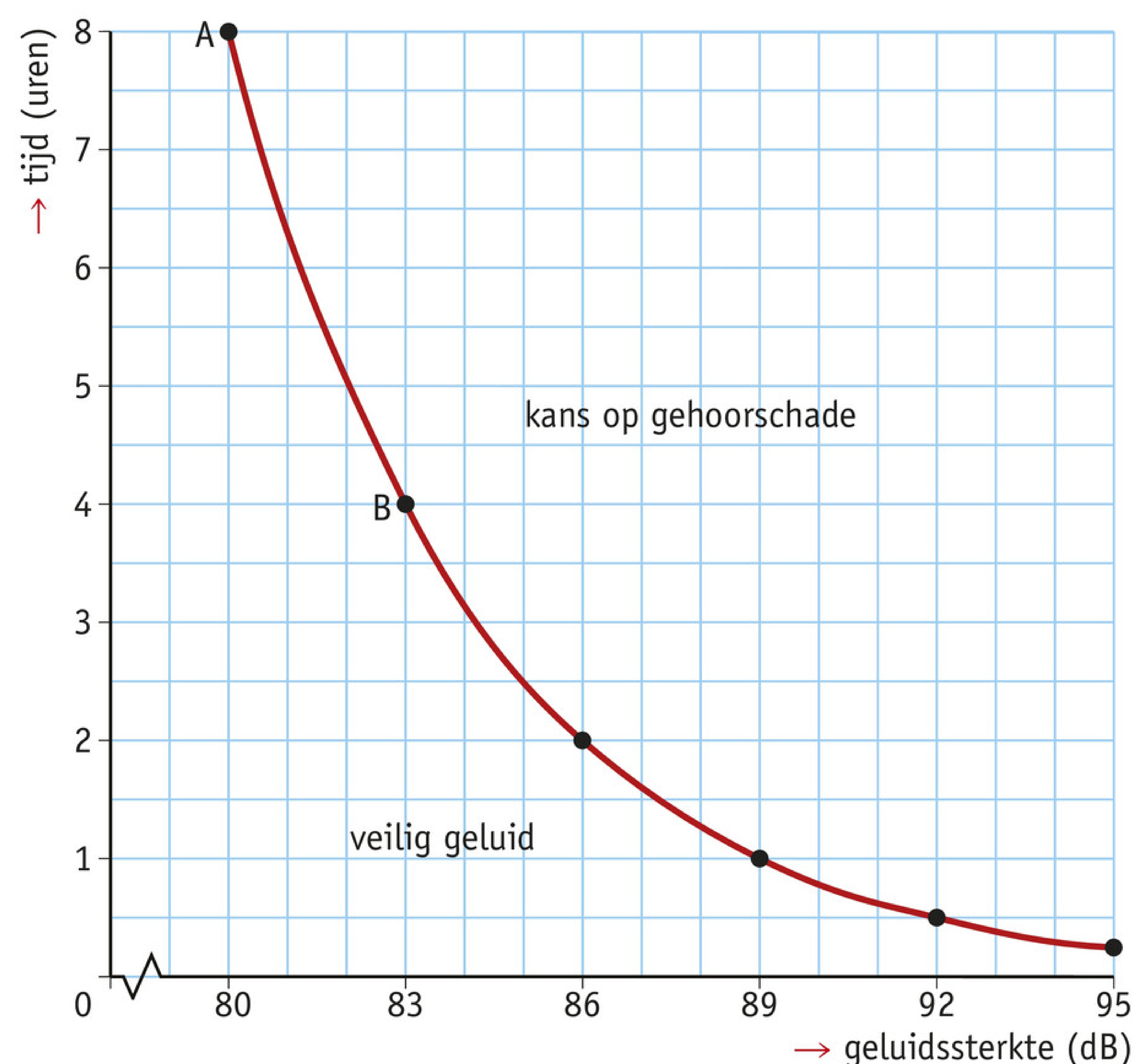
ongeveer .... dB

20 **a** Geluid boven de pijngrens beschadigt je gehoor na *KORTE* / *LANGE* tijd.
b Deze beschadiging is *WEL* / *NIET* meer te herstellen.

GEHOORSCHADE

Harde geluiden beschadigen je gehoor. Bij geluid boven 140 dB loop je direct **gehoorschade** op. Gehoorschade noem je ook wel gehoorbeschadiging. Dat betekent dat je slechter gaat horen. Ook als je lang naar geluid boven de 80 dB luistert, kun je gehoorschade krijgen. Gehoorschade gaat nooit meer over.

In de grafiek van afbeelding 9 zie je hoelang je geluid met een bepaalde geluidssterkte kunt horen zonder gehoorschade te krijgen.
Punt A staat bij een geluid van 80 dB. Dit geluid mag je 8 uur horen, zonder dat je gehoor beschadigt.
Punt B staat bij een geluid van 83 dB. Naar dit geluid mag je maar 4 uur luisteren. Luister je langer, dan kun je gehoorschade krijgen.



afbeelding 9 De grafiek laat zien bij welke geluidssterkte je nog veilig kunt horen.

Veel jongeren lopen gehoorschade op doordat de muziek op hun oortjes te hard staat. De oortjes zitten in je oor. Daardoor is de geluidsbron heel dicht bij je trommelvlies (afbeelding 10). De maximale geluidssterkte is vaak groter dan 100 dB. Om geen gehoorschade te krijgen, moet je de muziek niet te hard zetten.



afbeelding 10 De geluidsbron zit bij oortjes heel dicht bij je trommelvlies.

Soms heb je te maken met harde geluiden van buiten. Bijvoorbeeld bij een concert of op het werk. Om geen gehoorschade te krijgen, gebruik je dan **gehoorbeschermers**. Bijvoorbeeld **oordopjes** voor in je oren of **oorkappen** voor op je oren (afbeelding 11 en 12). Gehoorbeschermers dempen de trillingen van het geluid.



afbeelding 11 Bescherm je gehoor met oordopjes.



afbeelding 12 Draag oorkappen als je met lawaaiige machines werkt.

In *BINAS* tabel 21 *Gehoorgevoeligheid* kun je opzoeken hoe schadelijk verschillende geluiden zijn voor je gehoor. In *BINAS* tabel 23 *Maximale blootstellingsduur* vind je hoelang je veilig naar een bepaalde geluidssterkte kunt luisteren.

Hoe ouder je wordt, hoe minder goed je gaat horen. Dat noem je **gehoorverlies**. Oudere mensen kunnen vooral grote frequenties minder goed horen. In *BINAS* tabel 22 *Veroudering gehoorgevoeligheid* staat hoe de gevoeligheid van het oor afneemt als je ouder wordt.

21 Als je naar zachte geluiden luistert, loop je *WEL* / *GEEN* gehoorschade op.

22 Jack luistert naar een geluid met een sterkte van 145 dB.
Welk gevolg heeft dit voor het gehoor van Jack?
Het gehoor van Jack wordt *WEL* / *NIET* beschadigd.

- Gebruik afbeelding 9 bij de opdrachten 23, 24 en 25.

23 Danny werkt bij een bedrijf waar veel geluid is. Hij werkt de hele dag in dat geluid.
De werkdag van Danny duurt 8 uur.
Hoe hard mag het geluid maximaal zijn?

De geluidssterkte mag maximaal .... zijn.

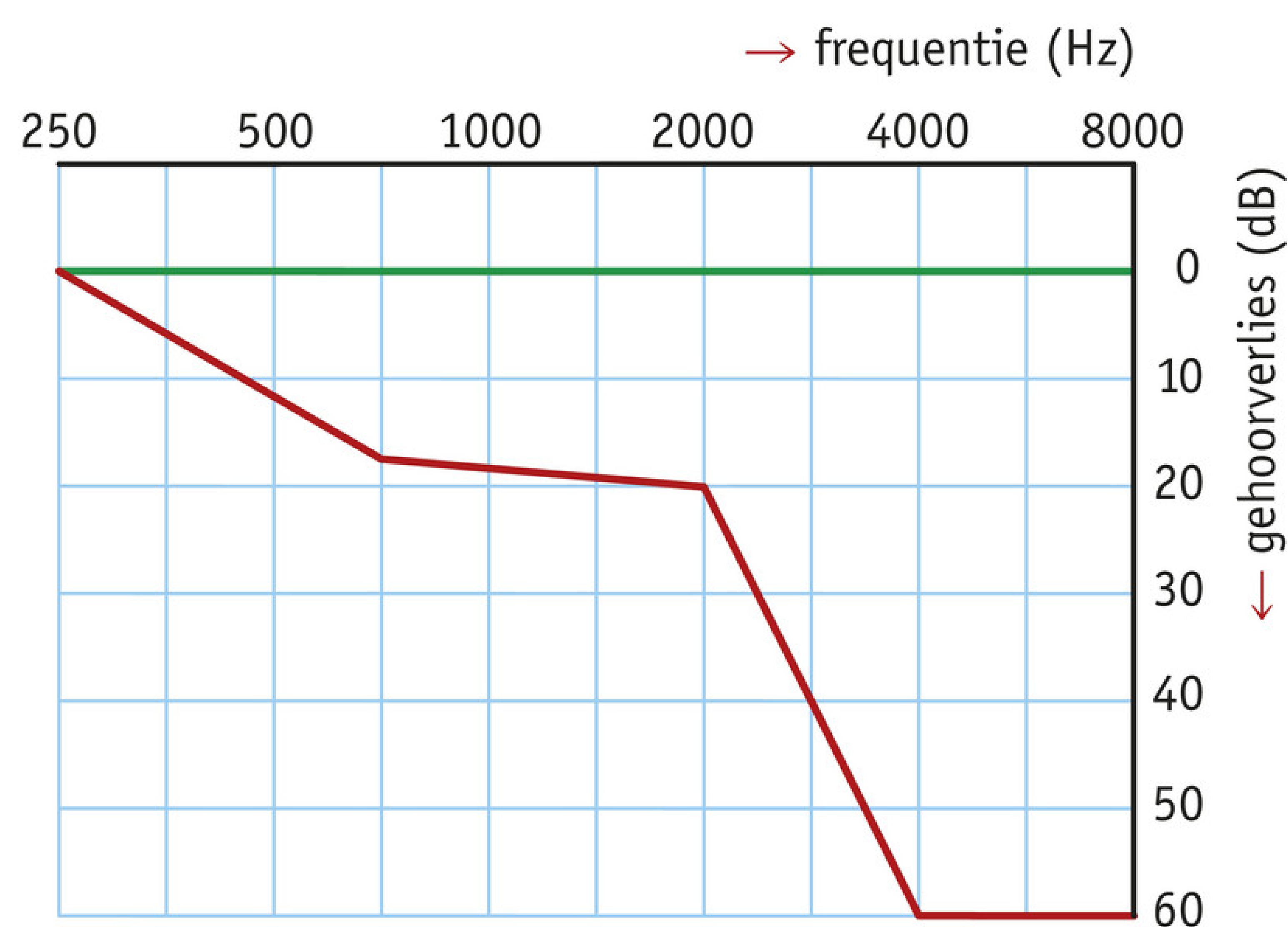
24 Frits werkt in een bedrijf waar geluid van 86 dB is.
Hoelang mag hij per dag in dat geluid werken?

Frits mag per dag niet langer dan .... in dat geluid werken.

25 Hoelang kun je geluid van 95 dB horen zonder gevaar voor je gehoor?

....

★ 26 Mick is al heel lang popartiest. Hij hoort niet alle geluiden meer. Zijn gehoor is onderzocht.
Bij de gehoortest van Mick wordt een audiogram gemaakt. Een audiogram is een grafiek van iemands gehoordrempel voor verschillende tonen. Geluiden van 250 Hz kan Mick goed horen. Maar geluiden met een grotere frequentie hoort hij minder goed. Voor die frequenties heeft hij gehoorverlies.
Het audiogram van Mick zie je in afbeelding 13.



afbeelding 13 Het audiogram van Mick.

a Voor welke frequentie heeft Mick het minste gehoorverlies?
- ○ A 250 Hz
- ○ B 500 Hz
- ○ C 4000 Hz
- ○ D 8000 Hz

b Voor welke frequentie heeft Mick het meeste gehoorverlies?
- ○ A 250 Hz
- ○ B 750 Hz
- ○ C 750 Hz tot 2000 Hz
- ○ D 4000 Hz en hoger

27 Vul tabel 2 verder in. Gebruik *BINAS* tabel 21 *Gehoorgevoeligheid*.

tabel 2 Geluidsniveau en gehoorgevoeligheid.

omschrijving	geluidsniveau	zone	Hoe gevaarlijk of ongevaarlijk is het geluid?
koelkast	50	rustig	veilig geluid
boombox	100		
drukke videospeelhal	110		
kleine luchtcompressor	90		
sirene van een ambulance	120		
straaljager op 150 m hoogte	105		
verkeer op een snelweg	70		
vuurwerk op 1,5 m afstand	160		

28

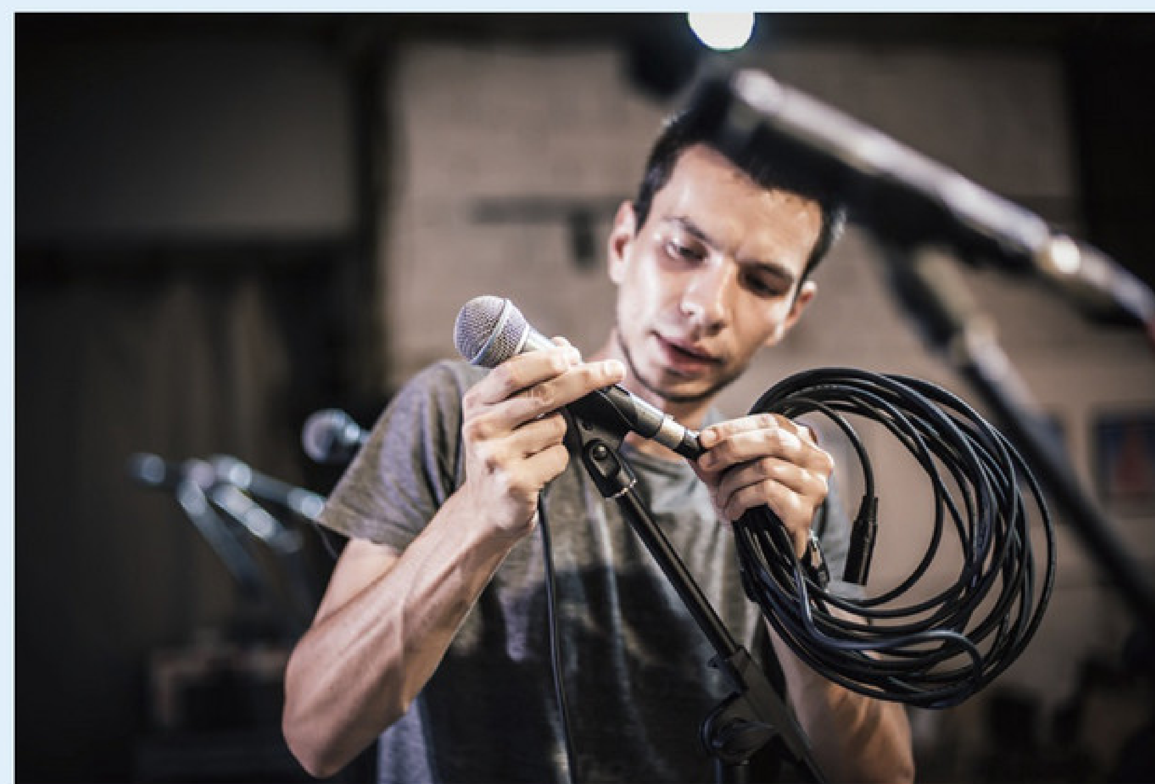
a Hoeveel is de afname van het gehoorvermogen van iemand van 30 jaar voor tonen van 12 000 Hz? Gebruik *BINAS* tabel 22 *Veroudering gehoorgevoeligheid*.

....

b Hoeveel is de afname van het gehoorvermogen van iemand van 60 jaar voor tonen van 3000 Hz?

....

Werken als concertvoorbereider — beroep



Ruben is 28 jaar en is helemaal gek van muziek. Hij speelt zelf gitaar. Toen hij bijna klaar was met het vmbo, is hij naar een studiekeuzebeurs geweest. Daar zag hij dat er een opleiding is die veel met muziek te maken heeft. Ruben: “In mijn woonplaats Arnhem wordt de opleiding Medewerker Podium- en evenemententechniek niveau 2 aangeboden. Deze opleiding duurt drie jaar. Ik heb er van alles geleerd over geluidsapparatuur en lichtapparatuur. Vooral de lessen over geluidsapparatuur vond ik leuk.”

Nu werkt Ruben voor een bedrijf dat podiums opbouwt voor grote sterren die in het Gelredome optreden. Ruben: “Bij een optreden ben ik vaak in het Gelredome. Ik moet daar zijn voor als er iets fout gaat met de apparatuur. Ik heb Lady Gaga al van dichtbij gezien en ook alle sterren van het Mega Piraten Festijn.”

29 Lees de tekst ‘Werken als concertvoorbereider’.
Ruben is in het Gelredome bij een concert. Waar hij staat, heeft het geluid een sterkte van 95 dB. Het concert duurt 2 uur.
Dat geluid is *WEL* / *NIET* schadelijk voor zijn gehoor.

ONTHOUD

Hoe hard geluid is, wordt aangegeven met de geluidssterkte (geluidsniveau of geluidsvolume).
Een hard geluid heeft een hoge golf.

Geluidssterkte meet je met een geluidssterktemeter (decibelmeter).
De eenheid van geluidssterkte is decibel (dB).
De geluidssterkte in dB is de echte geluidssterkte.
De geluidssterkte in dB(A) is hoe hard het geluid voor mensen lijkt.

De gehoordrempel is de kleinste geluidssterkte die je nog kunt horen.
Boven de pijngrens gaat geluid pijn doen aan je oren.

Bij gehoorschade hoor je slechter. Je hebt dan gehoorverlies.
Gehoorschade gaat nooit meer over.
Gehoorbeschermers gebruik je om gehoorschade te voorkomen.

Hoe harder geluid is, hoe minder lang je naar dat geluid mag luisteren. Luister je langer naar dat geluid, dan kun je gehoorschade oplopen.

Als je ouder wordt, ga je minder goed horen.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

5 Geluidshinder

LEERDOELEN

9.5.1 Je kunt voorbeelden noemen van geluidshinder.
9.5.2 Je kunt aangeven op welke plaats een maatregel tegen geluidshinder wordt genomen.
9.5.3 Je kunt voorstellen doen voor maatregelen tegen geluidshinder bij de bron.
9.5.4 Je kunt voorstellen doen voor maatregelen tegen geluidshinder in de tussenstof.
9.5.5 Je kunt voorstellen doen voor maatregelen tegen geluidshinder bij de ontvanger.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN								
	9.5.1	9.5.2	9.5.3	9.5.4	9.5.5	9.2.2*	9.4.1*	9.4.3*	9.4.4*
Onthouden	1, 2, 4								13a
Begrijpen	3, 5	6, 11bc, 14	12a	12b	12c	13e	13d		
Toepassen		8, 9, 10	7	13f					13bc
Analyseren								11a	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Geluidshinder kan heel vervelend zijn. Je kunt er zelfs ziek van worden. Er zijn verschillende maatregelen tegen geluidshinder.

HINDERLIJK GELUID

Het lawaai van een vliegtuig dat overvliegt, vindt bijna niemand leuk. Zeker niet als het ’s nachts gebeurt. Ook een feestje bij de buren als je eigenlijk wilt slapen, is hinderlijk geluid. En als je voor een proefwerk moet leren, is een trilplaat voor de deur erg vervelend (afbeelding 1).



afbeelding 1 Een trilplaat maakt een enorm hard geluid.

Als je last hebt van geluid, dan heet dat **geluidshinder**. Voorbeelden van geluidshinder zijn:

- verkeer;
- machines;
- vliegtuigen;
- muziek (van iemand anders).

Geluidshinder is slecht voor je gezondheid. Je wordt soms boos. Of je kunt er niet van slapen. Door geluidshinder krijgen mensen vaak stress. Ze worden er ziek van. Geluidshinder is geluid waar je last van hebt. Dat kan gebeuren door hard of zacht geluid.

Maar geluidshinder hoeft niet schadelijk te zijn. Schadelijk geluid is te hard voor je oren. Hierdoor krijg je gehoorschade, bijvoorbeeld gehoorverlies.

1 Wanneer is sprake van geluidshinder?
Als je *WEL* / *GEEN* last hebt van het geluid.

2 Is het geluid bij geluidshinder altijd hard? *JA* / *NEE*

3 Schrijf vier voorbeelden van geluidshinder op.

1 ....

2 ....

3 ....

4 ....

....

4 Heeft geluidshinder invloed op je gezondheid?
Van geluidshinder kun je *WEL* / *NIET* ziek worden.

5 Jarno heeft ’s nachts veel last van geluidshinder.
Wat gebeurt er daardoor met Jarno?

1 Jarno gaat ’s nachts slechter ....

2 Daardoor raakt hij ....

3 Op school kan hij zich minder goed ....

MAATREGELEN TEGEN GELUIDSHINDER

Tegen geluidshinder kun je verschillende maatregelen nemen.
Er zijn drie plaatsen waar je een maatregel kunt nemen:

- bij de geluidsbron;
- tussen geluidsbron en geluidsontvanger (in de tussenstof);
- bij de geluidsontvanger.

Maatregelen bij de geluidsbron
Je kunt geluidshinder voorkomen door de geluidsbron stiller te maken. Bijvoorbeeld als je naar muziek luistert en iemand anders daar last van heeft. Jouw muziek is de geluidsbron. Je kunt de muziek zachter zetten. Dat is een maatregel bij de geluidsbron. Je kunt ook oortjes indoen (afbeelding 2). Niemand heeft dan last van jouw muziek. Ook dat is een maatregel bij de geluidsbron.



afbeelding 2 Een maatregel bij de geluidsbron.

Mensen die aan een drukke weg wonen, hebben vaak last van verkeersgeluid. Dan is het verkeer de geluidsbron. Een maatregel bij de geluidsbron is dan: het verkeer stiller maken. Dat kan met een geluidsarme motor. Elektrische voertuigen maken minder geluid dan voertuigen die op benzine rijden. Er zijn steeds meer elektrische scooters (afbeelding 3). Een elektrische scooter hoor je bijna niet; een scooter op benzine maakt veel meer lawaai.



afbeelding 3 Elektrische scooter.

Een andere manier om verkeer stiller te maken, is **fluisterasfalt**. Dit is een speciaal soort asfalt waarop autobanden minder geluid maken.
Nog een manier om verkeer stiller te maken, is minder hard rijden. Als auto's minder hard rijden, maken ze minder geluid.

Een wasmachine maakt ook veel geluid. De wasmachine staat daarom op rubberen pootjes. Hierdoor maakt de machine minder geluid. Ook dit is een maatregel bij de geluidsbron.

Maatregelen tussen geluidsbron en ontvanger
Het geluid van verkeer kun je tegenhouden. Er komt dan minder geluid bij de mensen die er last van hebben. Langs de snelweg staat daarvoor een **geluidsscherm** (afbeelding 4). Een geluidsscherm is een hard, glad oppervlak. Het geluid wordt daardoor teruggekaatst naar de snelweg. Bij deze maatregel is er iets veranderd tussen bron en ontvanger (in de tussenstof).



afbeelding 4 Een geluidsscherm heeft een glad, hard oppervlak.

Een andere maatregel tussen de bron en de ontvanger is een **geluidswal** (afbeelding 5). Een geluidswal is van zacht materiaal. Bijvoorbeeld een dikke laag aarde met gras erop. De geluidswal absorbeert het geluid.



afbeelding 5 Een geluidswal is van zacht, absorberend materiaal.

Machines maken vaak veel geluid. Je kunt een kast om een machine bouwen. Ook dit is een maatregel in de tussenstof. In de kast zit zacht materiaal. Dit materiaal absorbeert het geluid. Het geluid wordt tegengehouden tussen de bron en de ontvanger. Je kunt de machine ook in een andere ruimte zetten (waar je zelf niet bent).

Maatregelen bij de ontvanger

Je kunt de geluidsbron stiller maken. Of je kunt het geluid tegenhouden. Maar je kunt ook de ontvanger tegen het geluid beschermen. Je neemt dan een maatregel bij de ontvanger. Oorkappen beschermen de ontvanger tegen geluidshinder (afbeelding 6a). Ze beschermen ook tegen schadelijk geluid.

Soms wil je je goed concentreren. Bijvoorbeeld als je huiswerk maakt. Dan kun je **oordopjes** indoen (afbeelding 6b). Daarmee houd je hinderlijk geluid van buiten tegen. Ook oordopjes zijn een maatregel bij de ontvanger.

afbeelding 6 Gehoorbeschermers.



a oorkappen b oordopjes

Een andere maatregel bij de ontvanger is **geluidsisolatie**. Een voorbeeld is dubbelglas in huizen (afbeelding 7). Een raam van dubbelglas bestaat uit twee glasplaten met een laagje lucht ertussen. Er is zelfs tripleglas te koop. Dat zijn drie glasplaten met twee lagen lucht. Dubbelglas en tripleglas verminderen de geluidssterkte bij de ontvanger (het huis waar de mensen wonen). Ook een spouwmuur zorgt dat geluid wordt tegengehouden. Een spouwmuur bestaat uit twee muren waar lucht en isolatiemateriaal tussen zit.



afbeelding 7 Dubbelglas als geluidsisolatie.

PROEF 1 MAATREGELEN TEGEN GELUIDSHINDER ONDERZOEKEN

20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ telefoon
- ☐ geluidssterktemeter
- ☐ kartonnen doos die over de telefoon past
- ☐ kartonnen doos die aan de binnenkant met schuimrubber is bekleed en over de telefoon past
- ☐ oorkappen

Uitvoering

- Zet muziek aan op de telefoon.
- Leg de geluidssterktemeter op 1 m afstand van de telefoon.
- Zet het geluid hard.
- Lees op de geluidssterktemeter de geluidssterkte af.

1 Je hoort het geluid *WEL* / *NIET* goed.

2 De geluidssterktemeter geeft .... dB aan.

- Zet de kartonnen doos zonder schuimrubber over de telefoon.
- Lees weer de geluidssterkte af.

3 De geluidssterktemeter geeft .... dB aan.

4 Het geluid is nu *HARDER* / *ZACHTER*.

5 Het geluid wordt *WEL* / *NIET* een beetje tegengehouden door de doos.

- Zet de doos met schuimrubber over de telefoon.
- Lees weer de geluidssterkte af.

6 Vergelijk het geluid met het geluid dat je hoort met de doos zonder schuimrubber over de telefoon.
Je hoort het geluid nu *EVEN HARD* / *NOG ZACHTER*.

7 De geluidssterktemeter geeft .... dB aan.

8 Schuimrubber houdt het geluid *WEL* / *NIET* goed tegen.

9 Je plaatst de doos over de telefoon.
Welk soort maatregel tegen geluidshinder is dit?
- ○ A een maatregel bij de geluidsbron
- ○ B een maatregel tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger
- ○ C een maatregel bij de geluidsontvanger

- Haal de doos van de telefoon.

10 Het geluid is nu *HARDER* / *NOG STEEDS ZACHT*.

- Zet de oorkappen op.

11 Hoe hoor je het geluid nu?
- ○ B harder
- ○ A even hard
- ○ C zachter

12 Welk soort maatregel tegen geluidshinder zijn de oorkappen?
- ○ A een maatregel bij de geluidsbron
- ○ B een maatregel tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger
- ○ C een maatregel bij de geluidsontvanger

- Zet de telefoon zacht.

13 Welk soort maatregel tegen geluidshinder heb je nu genomen?
- ○ A een maatregel bij de geluidsbron
- ○ B een maatregel tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger
- ○ C een maatregel bij de geluidsontvanger

- Ruim alles netjes op.

6 Kun je geluidshinder voorkomen?
Geluidshinder kun je *WEL* / *NIET* voorkomen.

7 Vul tabel 1 in.
In de eerste kolom staat een oorzaak van geluidshinder.
Schrijf in de tweede kolom wat je ertegen kunt doen.

tabel 1 Plaatsen waar geluidshinder kan plaatsvinden.

oorzaak van geluidshinder	Wat kun je ertegen doen?
een discotheek in een woonwijk	
een geluidsstudio	
een machine die veel lawaai maakt	
een scooter met een motor die veel geluid maakt	
een snelweg langs een woonwijk	
een wasmachine die veel trilt	
hard rijdend verkeer in een woonwijk	
het geluid van de autobanden op een snelweg	
lawaai in een fabriek	
muziek van een geluidsinstallatie	
startende en landende vliegtuigen bij een vliegveld	

8 Een studio waarin muziek wordt opgenomen, is extra geïsoleerd. Op die manier wordt geen hinderlijk geluid van buiten opgenomen.
Welk soort maatregel tegen geluidshinder is dit?

- ○ A maatregel bij de geluidsbron
- ○ B maatregel tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger
- ○ C maatregel bij de geluidsontvanger

9 De scooter van Joram maakt veel lawaai, omdat de uitlaat kapot is. Hij laat een nieuwe uitlaat monteren.
Welk soort maatregel tegen geluidshinder is dit?

- ○ A maatregel bij de geluidsbron
- ○ B maatregel tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger
- ○ C maatregel bij de geluidsontvanger

10 Langs een drukke verkeersweg staan geluidsschermen.
Welk soort maatregel tegen geluidshinder is dit?
○ A maatregel bij de geluidsbron
○ B maatregel tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger
○ C een maatregel bij de geluidsontvanger

11 Bekijk *BINAS* tabel 19 *Luchtgeluidisolatiewaarden*.
Je kunt je huis isoleren tegen geluid door bijvoorbeeld dubbelglas te gebruiken. Hoe goed dat dubbelglas isoleert, kun je aangeven met de isolatiewaarde. De isolatiewaarde kun je uitdrukken in dB of dB(A).

a Welke waarde is het belangrijkst als het gaat om geluidshinder: dB of dB(A)?

....

....

....

b Hoeveel dB(A) vermindert het verkeerslawaai door dubbelglas 4-6-4 mm?

....

c Hoeveel vermindert geluid met een frequentie van 500 Hz door gasgevuld dubbelglas 5-9-8 mm? ....

12 Tegen geluidshinder kun je op drie plaatsen maatregelen nemen.

a Schrijf drie voorbeelden op van maatregelen bij de geluidsbron.

....

....

....

b Schrijf drie voorbeelden op van maatregelen in de tussenstof (tussen geluidsbron en geluidsontvanger).

....

....

....

c Schrijf twee voorbeelden op van maatregelen bij de geluidsontvanger.

....

....

....

13 Om geluidshinder door het verkeer te verminderen, is een geluidsscherm langs een weg geplaatst. Achter het scherm is op verschillende afstanden het geluidsniveau gemeten.
Voor deze geluidsmetingen wordt een apparaat gebruikt.

a Zet een kruisje in tabel 2 achter elk apparaat dat geschikt is om het geluidsniveau te meten.

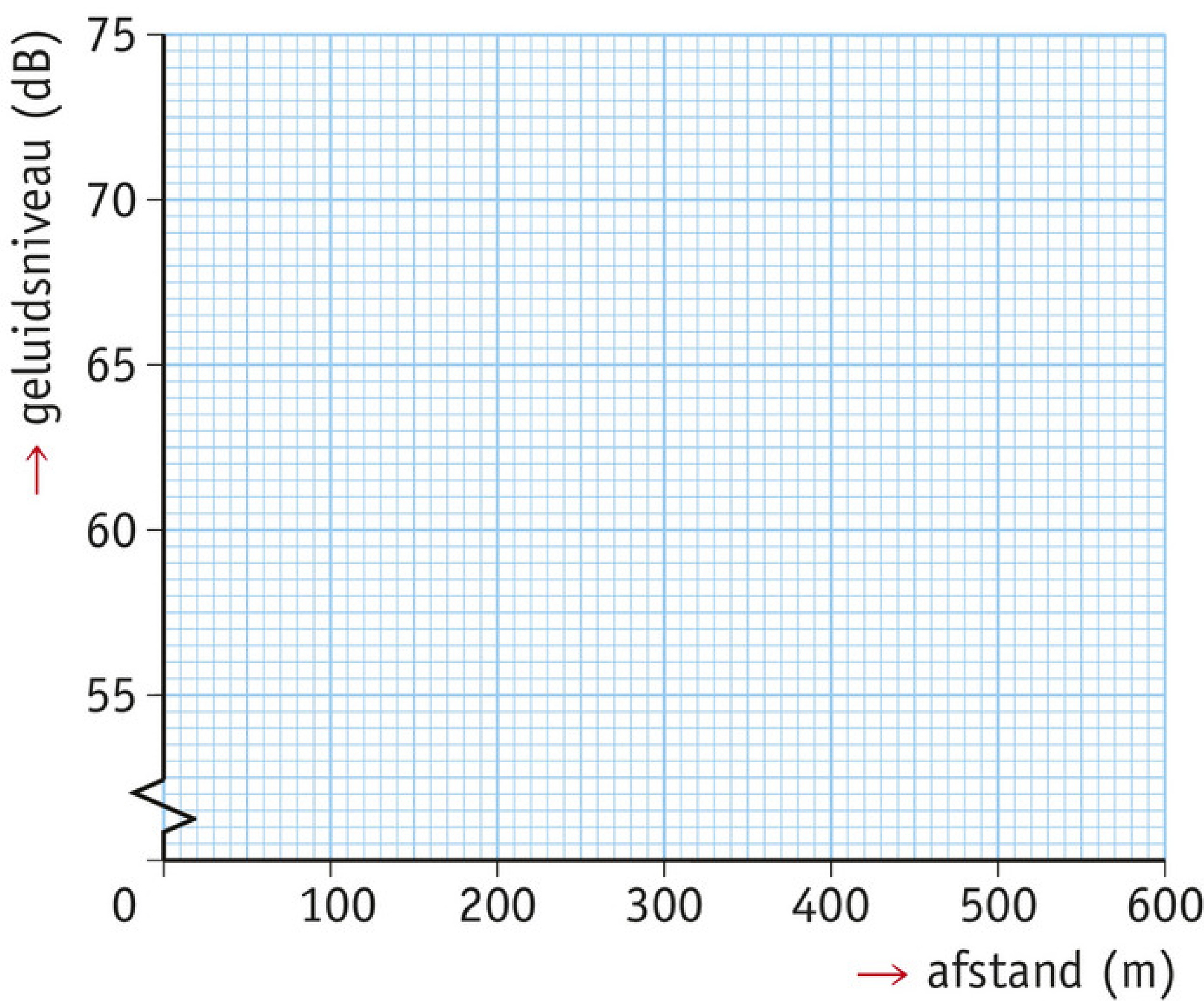
tabel 2 Is het wel of geen geluidsniveaumeter?

apparaat	wel	geen
dB-meter		
luidspreker		
microfoon en computer		

b Je ziet in tabel 3 de meetresultaten na het plaatsen van het scherm.
Zet in afbeelding 8 de meetpunten uit en teken de grafiek.

tabel 3 Geluidssterkte metingen.

	meetresultaten						
afstand achter het scherm (m)	0	100	200	300	400	500	600
geluidsniveau (dB)	74,0	62,0	58,0	56,5	55,5	54,7	54,0



afbeelding 8 Geluidssterkte op verschillende afstanden van de snelweg.

c Vóór de plaatsing van het scherm werd op een afstand van 160 m tot de verkeersweg een geluidsniveau van 66 dB gemeten.
Bereken met hoeveel decibel het geluidsniveau op die afstand is afgenomen.
Gebruik de grafiek in afbeelding 8 bij je antwoord.

....

....

....

d In welke zone valt het geluidsniveau op 500 m achter het scherm?
- ○ A erg stil
- ○ B indringend
- ○ C rustig
- ○ D storend bij telefoneren

e Het geluidsscherm zal het meeste geluid *OPNEMEN* / *TERUGKAATSEN*.

f Het scherm pakt de geluidshinder aan bij de *GELUIDSBRON* / *TUSSENSTOF* / *GELUIDSONTVANGER*.

naar: examen 2015-I

Werken als woningstoffeerder — beroep



Mario is woningstoffeerder. Na zijn vmbo ging hij naar het Bouw- en interieurcollege. Daar heeft hij de opleiding Woning/projectstoffeerder niveau 2 gedaan. Nu legt hij vloerbedekking en bekleedt hij trappen bij mensen thuis. Vloerbedekking is een goede geluiddemper. Met een harde, houten vloer of tegels horen de buren veel geluid. Met zachte vloerbedekking is dat veel minder.

Mario: “Vloerbedekking leggen is best een zwaar beroep. Je moet grote rollen vloerbedekking tillen en je werkt vaak op je knieën. Het fijne van mijn beroep is dat bijna alle klanten heel dankbaar zijn als hun huis er weer mooi uitziet. Ze lachen en zwaaien als je de deur uitgaat.”

14 Lees de tekst ‘Werken als woningstoffeerder’.
De buren van Josephine hebben geluidshinder als Josephine met naaldhakken over haar houten vloer loopt. Josephine besluit daarom vloerbedekking te laten leggen.
Waar pakt Josephine de geluidshinder aan als ze vloerbedekking laat leggen?
- ○ A bij de geluidsbron
- ○ B tussen geluidsbron en geluidsontvanger
- ○ C bij de geluidsontvanger

ONTHOUD

Geluidshinder betekent dat iemand last heeft van geluid.
Van geluidshinder kun je ziek worden.
Geluidshinder is iets anders dan schadelijk geluid.

Tegen geluidshinder kun je maatregelen nemen op drie plaatsen:
- bij de geluidsbron;
- in de tussenstof (tussen geluidsbron en geluidsontvanger);
- bij de geluidsontvanger.

Maatregelen bij de geluidsbron zijn:
- geluid zachter zetten;
- naar muziek luisteren met hoofdtelefoon of oortjes;
- geluidsarme motor;
- fluisterasfalt;
- snelheidsbeperking.

Maatregelen tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger zijn:
- geluidsscherm;
- geluidswal;
- een kast of muur rond de geluidsbron.

Maatregelen bij de geluidsontvanger zijn:
- oorkappen;
- oordopjes;
- geluidsisolatie, bijvoorbeeld dubbelglas of een spouwmuur.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten* en test je kennis met de *Test jezelf*.

Leerstofoverzicht

9.1 TRILLINGEN EN TUSSENSTOF

ONTHOUD

- Geluid wordt gemaakt door een geluidsbron.
- Geluid is een trilling.
- De tussenstof geeft de trilling van de geluidsbron door aan de geluidsontvanger.
- De tussenstof kan lucht zijn.
- De snelheid van het geluid noem je de geluidssnelheid.
- De geluidssnelheid in lucht is ongeveer 340 m/s.
- Elke stof heeft zijn eigen geluidssnelheid.

BEGRIPPEN

geluidsbron
Alles wat geluid maakt.
geluidsontvanger
Iets wat geluid waarneemt.
geluidssnelheid
De snelheid waarmee geluid zich in een stof verplaatst.
microfoon
Een microfoon zet geluidstrillingen om in elektrische trillingen.
tussenstof
Stof die een geluidstrilling doorgeeft van de geluidsbron naar de geluidsontvanger.

9.2 GELUIDSSNELHEID

ONTHOUD

- De afstand die geluid aflegt, kun je uitrekenen met de formule:
  afstand = geluidssnelheid × tijd
- De tijd die geluid onderweg is, kun je uitrekenen met de formule:
  tijd = afstand : geluidssnelheid
- Zachte materialen absorberen geluid.
- Een hard, glad oppervlak kaatst geluid terug.
- Een echo is teruggekaatst geluid.
- Een echobeeld is een beeld van teruggekaatst geluid.
- Een echobeeld maken heet echoscopie.
- Een echolood stuurt geluid naar de zeebodem en vangt de echo op. Een computer berekent hoe diep het water is.
- Sommige dieren maken gebruik van echo.

BEGRIPPEN

absorberen (van geluid)
Opnemen van geluid in een materiaal.

afgelegde weg
Ander woord voor afstand.

echo
Teruggekaatst geluid.

echobeeld
Beeld dat een computer maakt van teruggekaatst geluid.

echolood
Apparaat om de diepte van water te meten door middel van geluid.

echoscopie
Een beeld maken met geluid.

9.3 HOOG EN LAAG GELUID

ONTHOUD

- Dunne en korte snaren geven een hoge toon.
- Lange en dikke snaren geven een lage toon.
- Als je een snaar strakker draait, dan wordt de toon hoger.
- De toonhoogte van geluid hangt af van het aantal trillingen per seconde.
- Bij veel trillingen per seconde hoor je een hoge toon.
- Bij weinig trillingen per seconde hoor je een lage toon.
- De frequentie is het aantal trillingen per seconde.
- 1 trilling per seconde is 1 hertz (Hz).
- Het frequentiebereik bestaat uit alle toonhoogten die je kunt horen.
- Het frequentiebereik van mensen ligt tussen 20 Hz en 20 000 Hz.
- Mensen hebben een ander frequentiebereik dan dieren.
- Een toongenerator is een elektrisch apparaat dat geluidstrillingen maakt.
- Met een oscilloscoop maak je de trillingen van geluid zichtbaar op een scherm.
- Hoe meer golven je op een scherm ziet, hoe hoger de toon is. Hoe hoger de toon, des te groter is de frequentie.

BEGRIPPEN

frequentie
Aantal trillingen per seconde.

frequentiebereik
De frequenties van de geluiden die je kunt horen.

oscilloscoop
Apparaat waarmee je geluiden (trillingen) zichtbaar kunt maken.

toongenerator
Apparaat dat tonen van één frequentie maakt.

toonhoogte
Geeft aan hoe hoog of laag geluid klinkt.

9.4 HARD EN ZACHT GELUID

ONTHOUD

- Hoe hard geluid is, wordt aangegeven met de geluidssterkte (geluidsniveau of geluidsvolume).
- Een hard geluid heeft een hoge golf.
- Geluidssterkte meet je met een geluidssterktemeter (decibelmeter).
- De eenheid van geluidssterkte is decibel (dB).
- De geluidssterkte in dB is de echte geluidssterkte.
- De geluidssterkte in dB(A) is hoe hard het geluid voor mensen lijkt.
- De gehoordrempel is de kleinste geluidssterkte die je nog kunt horen.
- Boven de pijngrens gaat geluid pijn doen aan je oren.
- Bij gehoorschade hoor je slechter. Je hebt dan gehoorverlies.
- Gehoorschade gaat nooit meer over.
- Gehoorbeschermers gebruik je om gehoorschade te voorkomen.
- Hoe harder geluid is, hoe minder lang je naar dat geluid mag luisteren. Luister je langer naar dat geluid, dan kun je gehoorschade oplopen.
- Als je ouder wordt, ga je minder goed horen.

BEGRIPPEN

A-filter
Filter dat ervoor zorgt dat een geluidssterktemeter hoge en lage tonen verzwakt.

decibelmeter
Ander woord voor geluidssterktemeter.

gehoorbeschermer
Voorwerp dat ervoor zorgt dat geluid vlakbij je oor gedempt wordt.

gehoordrempel
De geluidssterkte die je net kunt horen.

gehoorschade
Beschadiging aan je gehoor waardoor je slechter gaat horen.

gehoorverlies
Minder goed kunnen horen dan normaal.

geluidsniveau
Ander woord voor geluidssterkte.

geluidssterkte
Geeft aan hoe hard een geluid is.

geluidssterkte in dB(A)
Geeft aan hoe hard een geluid voor de mens klinkt.

geluidssterktemeter
Apparaat om geluidssterkte te meten.

geluidsvolume
Ander woord voor geluidssterkte.

oordopjes
Dopjes van zacht, kneedbaar materiaal die je in je oren kunt stoppen om gehoorschade te voorkomen.

oorkappen
Soort hoofdtelefoon die je op je hoofd zet om gehoorschade te voorkomen.

pijngrens
Geluidssterkte waarbij je oren pijn gaan doen.

9.5 GELUIDSHINDER

ONTHOUD

- Geluidshinder betekent dat iemand last heeft van geluid.
- Van geluidshinder kun je ziek worden.
- Geluidshinder is iets anders dan schadelijk geluid.
- Tegen geluidshinder kun je maatregelen nemen op drie plaatsen:
  - bij de geluidsbron;
  - in de tussenstof (tussen geluidsbron en geluidsontvanger);
  - bij de geluidsontvanger.
- Maatregelen bij de geluidsbron zijn:
  - geluid zachter zetten;
  - naar muziek luisteren met hoofdtelefoon of oortjes;
  - geluidsarme motor;
  - fluisterasfalt;
  - snelheidsbeperking.
- Maatregelen tussen de geluidsbron en de geluidsontvanger zijn:
  - geluidsscherm;
  - geluidswal;
  - een kast of muur rond de geluidsbron.
- Maatregelen bij de geluidsontvanger zijn:
  - oorkappen;
  - oordopjes;
  - geluidsisolatie, bijvoorbeeld dubbelglas of een spouwmuur.

BEGRIPPEN

fluisterasfalt
Speciaal asfalt waarop autobanden minder geluid maken dan op gewoon asfalt.

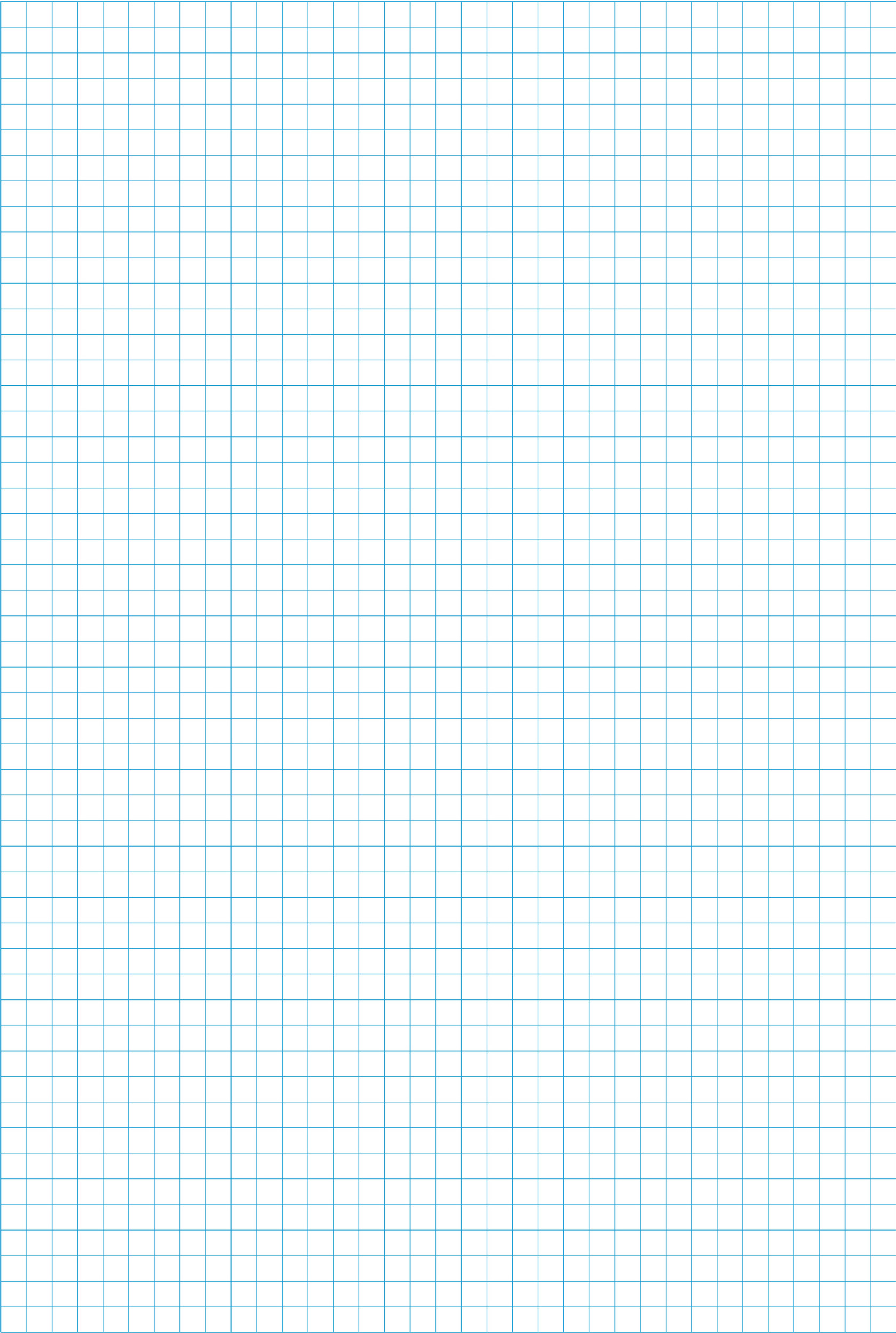
geluidshinder
Last die je hebt van geluid.

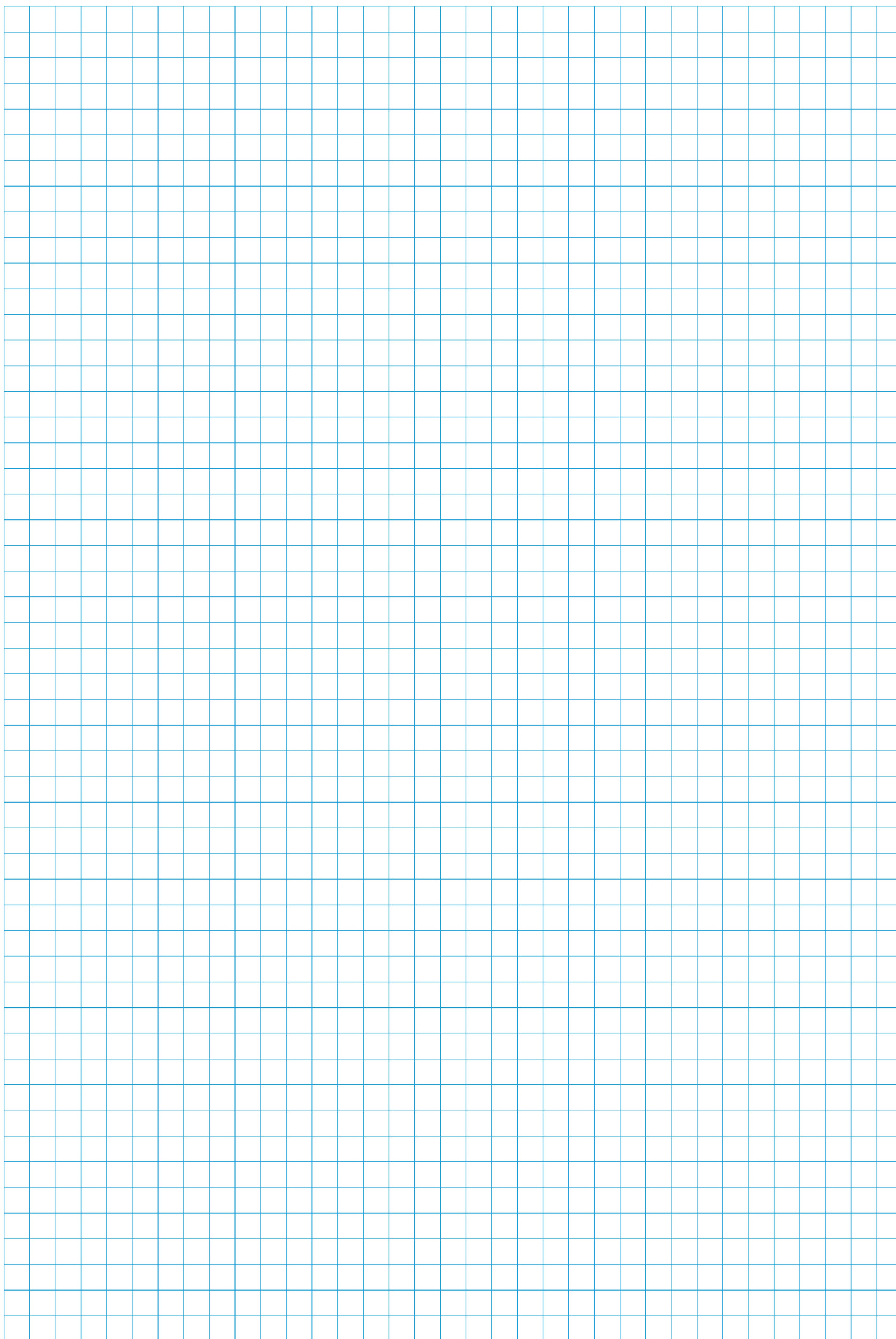
geluidsisolatie
Vermindering van de geluidssterkte bij de ontvanger.

geluidsscherm
Soort muur van hard materiaal die geluid terugkaatst.

geluidswal
Dikke laag aarde langs bijvoorbeeld de snelweg die het geluid absorbeert.


Ga naar de *Flitskaarten*.





Examentraining A

EXAMENVAARDIGHEDEN
Je doet dit jaar examen in Nask 1. Het is belangrijk om je goed voor te bereiden. Dan heb je de meeste kans om te slagen. In deze examentraining oefen je met de vaardigheden die je nodig hebt om het examen goed te kunnen maken. Hoe beter je deze vaardigheden kunt toepassen, hoe gemakkelijker het maken van je examen wordt.

EXAMENVAARDIGHEDEN OEFENEN



Examenvaardigheden oefenen

In de boeken van Nova Nask 1 vind je alle leerstof en de samenvattingen van de leerstof. In de examentraining neem je niet alle leerstof opnieuw door. Je krijgt ook geen samenvatting van de leerstof. In de examentraining bereid je je voor op het examen dat je aan het eind van het jaar gaat maken. In deel A oefen je met vaardigheden die je nodig hebt om het examen goed te kunnen maken. In deel B oefen je met een proefexamen. Daar komen de vaardigheden ook weer aan bod. Maar eerst ga je aan de slag met deze vaardigheden.

1 Grootheden en eenheden herkennen

Tijdens het examen moet je bij een rekenopdracht bijna altijd een grootheid berekenen. Je moet er ook voor zorgen dat je de juiste eenheid gebruikt. Gebruik je niet de juiste eenheid, dan wordt er 1 punt afgetrokken van je score.

Het is dus belangrijk dat je weet wat een grootheid is en wat een eenheid is. Een grootheid is dat wat je kunt meten. Bijvoorbeeld de lengte.
De eenheid is dat wat je achter het getal moet schrijven. Bijvoorbeeld meter of m. De eenheid geeft een getal betekenis.

Als je bijvoorbeeld zegt: de lengte van het schoolplein is 100, dan weet je niet wat 100 betekent. Pas als je er meter (m) achter schrijft, weet je wat er wordt bedoeld. Het schoolplein heeft een lengte van 100 meter.

In tabel 1 staan alle grootheden die je moet kennen voor je examen. Achter elke grootheid staat de eenheid. In kolom 3 staat het symbool dat bij de eenheid hoort.

tabel 1 Grootheden met de bijbehorende eenheden en hun symbolen.

grootheid	eenheid	symbool
capaciteit	milliampère-uur	mAh
dichtheid	gram per kubieke centimeter	g/cm^3
druk	pascal of newton per vierkante meter	Pa
energie	joule of kilowattuur	J of kWh
geluidssterkte (geluidsniveau)	decibel	dB
kracht	newton	N
lengte (weg, afstand)	meter	m
massa	kilogram	kg
oppervlakte	vierkante meter	m^2
rendement	procent	%
snelheid	meter per seconde	m/s
spanning	volt	V
stroomsterkte	ampère	A
temperatuur	graden Celsius of kelvin	°C of K
tijd	seconde	s
toonhoogte (frequentie)	hertz	Hz
vermogen	watt	W
volume	kubieke meter	m^3
weerstand	ohm	Ω

1 Je ziet steeds een stukje tekst van een examenopdracht.
Onderstreep de grootheid die je moet berekenen.

a Bereken de geluidssnelheid in zeewater.
b Bereken de tijd die de raceauto over deze afstand doet.
c Bereken het vermogen van de pomp. Gebruik gegevens van het typeplaatje.
d Bereken de capaciteit van de accu.
e Bereken de dichtheid van het materiaal waarvan het beeld is gemaakt.

2 Je ziet het antwoord op een rekenopdracht.
Vul de eenheid in. Gebruik alleen de eenheden uit tabel 1. **Let op!** Niet het symbool invullen.

a De stroomsterkte door de lamp is 0,2 ....
b De frequentie van de toon is 300 ....
c De massa van de doos is 15,3 ....
d De ledlamp heeft een rendement van 51 ....
e De spanning over de batterij is 1,5 ....

3 Er is een verschil tussen een grootheid en een eenheid.

a Leg uit wat een grootheid is.

....

....

b Leg uit wat een eenheid is.

....

....

....

4 Enkele grootheden en eenheden staan door elkaar heen.
Zet de grootheden en eenheden in tabel 2 op de juiste plek. Kies eerst de vier grootheden en zet deze in kolom 1. Zet daarna achter elke grootheid de eenheid die erbij hoort.
druk – energie – kilowattuur – ohm – pascal – vermogen – watt – weerstand

tabel 2 Grootheden en eenheden.

grootheid	eenheid

5 Een eenheid kun je weergeven met een woord of met een symbool.
Noteer achter elk symbool de juiste eenheid.

- N staat voor ....
- K staat voor ....
- m^3 staat voor ....
- dB staat voor ....

2 Eenheden omrekenen

VERMENIGVULDIGINGSFACTOREN

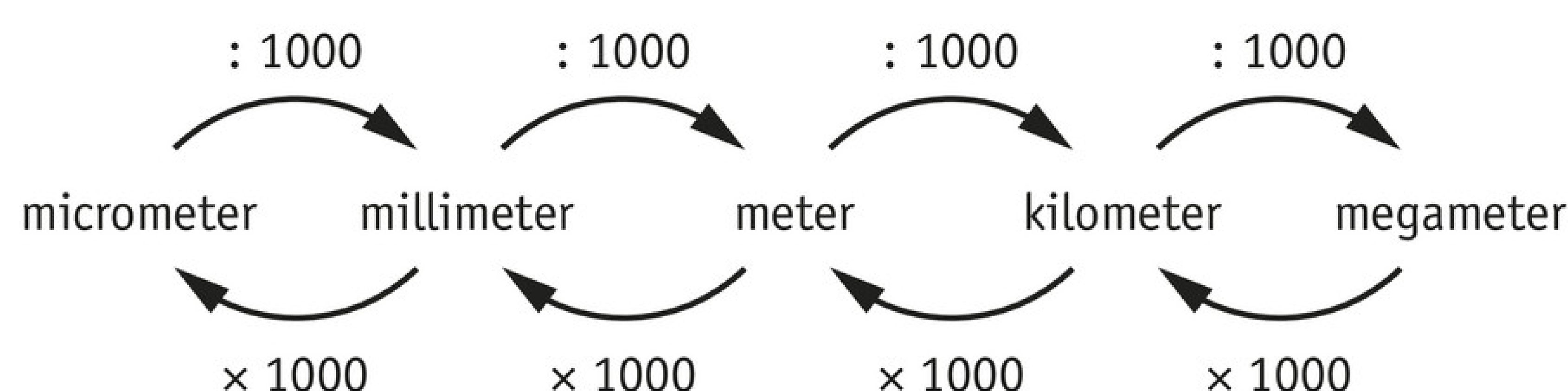
Het is soms nodig dat je bij een examenopdracht een eenheid omrekent. Bijvoorbeeld: bereken hoeveel meter 240 cm is. Dan moet je de eenheid meter omrekenen naar de eenheid centimeter.

Bij lengte gebruik je meestal de meter als eenheid. Dit is de standaardeenheid. Andere eenheden van lengte zijn bijvoorbeeld millimeter (mm), centimeter (cm), decimeter (dm) en kilometer (km). Meestal kies je een eenheid waarbij je het minst aantal cijfers hoeft op te schrijven. Het is duidelijker om 185 km te schrijven dan 185 000 m. Of 20 mA in plaats van 0,020 A.

Bij het maken van berekeningen moet je bijna altijd de standaardeenheid nemen. Maar soms moet je eerst de eenheid omrekenen. Als je dit vergeet, dan krijg je niet de juiste uitkomst van de berekening.

De meeste eenheden reken je om door het getal te delen of te vermenigvuldigen met 1000. In afbeelding 1 zie je hoe je de vermenigvuldigingsfactoren van lengte omrekent.

De vermenigvuldigingsfactoren micro, milli, kilo en mega kun je voor bijna alle eenheden zetten. Ze betekenen steeds hetzelfde.



afbeelding 1 Omrekenen van vermenigvuldigingsfactoren.

1 Reken de eenheden om.

- 320 mV = ... V
- 3,6 MW = ... kW
- 15 kHz = ... Hz
- 3000 mAh = ... Ah

2 Frederique leest op haar examen de volgende opdracht.

> *Weerstand meten*
>
> Yannick bepaalt bij een practicum de grootte van een weerstand. Hij meet bij een spanning van 4,5 V een stroomsterkte van 19,3 mA.
> Bereken de grootte van de weerstand.

Frederique weet dat ze de stroomsterkte eerst moet omrekenen naar ampère.
Reken de stroomsterkte om van mA naar A.

....

3 Een haar heeft een dikte van 150 micrometer.
Hoe groot is de dikte van de haar in meter? Bereken eerst hoeveel millimeter 150 micrometer is.

....

....

....

4 Een trilplaat gebruik je voor het aantrillen van straatstenen (afbeelding 2). De contactoppervlakte onder de trilplaat is 0,21 m^2.
Reken de oppervlakte om naar cm^2 (1 m^2 = 10 000 cm^2).

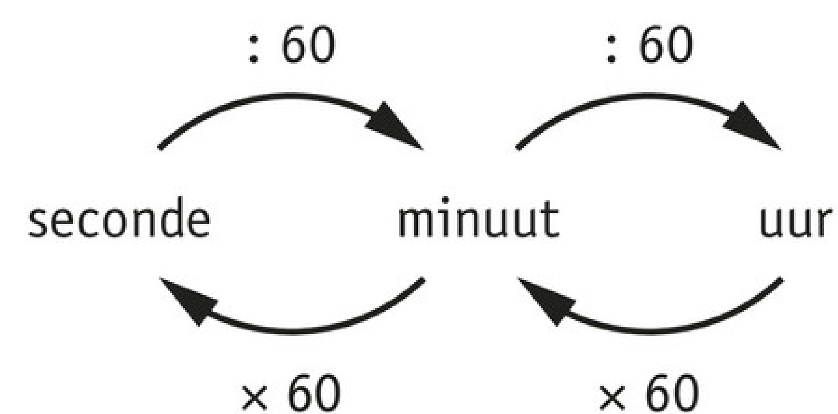
0,21 m^2 = ... cm^2



afbeelding 2 Met een trilplaat tril je de stenen vast.

TIJD

Het omrekenen van eenheden van tijd gaat niet met delen door of vermenigvuldigen met 1000. Dat komt omdat in 1 uur 60 minuten zitten. En in 1 minuut zitten 60 seconden. De omrekening van tijd gaat volgens het schema in afbeelding 3.



afbeelding 3 Omrekenen van tijd.

5 Reken de tijden om.

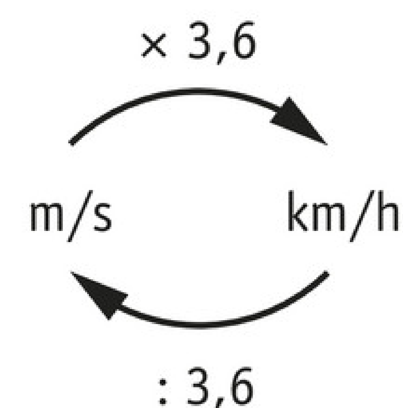
- 1,75 uur = ... minuten
- 2,2 minuten = ... seconden
- 150 seconden = ... minuten
- 660 minuten = ... uren

6 Reken de tijden om.

- 1,2 uur = ... minuten = ... seconden
- 2160 seconden = ... minuten = ... uur

SNELHEID

Het omrekenen van snelheid wordt ook vaak gevraagd op het examen. Je rekent de snelheid dan om van meter per seconde naar kilometer per uur en omgekeerd. In afbeelding 4 zie je hoe dat moet.



afbeelding 4 Omrekenen van snelheid.

7 Een machinist laat een trein vertrekken. De trein trekt op vanuit stilstand tot een snelheid van 180 km/h.
Noteer deze snelheid in m/s.

snelheid = ... m/s

naar: examen 2019 – variant 1 vmbo k

8 Tijdens de Olympische Winterspelen wordt de 5000 m schaatsen voor heren gereden. De winnaar legt deze afstand af met een gemiddelde snelheid van 13,35 m/s.
Noteer deze snelheid in km/h. Geef je antwoord met één cijfer achter de komma.

snelheid = ... km/h

naar: examen 2017 – variant 2

3 Natuurkundige apparatuur herkennen

Bij Nask 1 gebruik je natuurkundige apparatuur. Met de meeste apparaten kun je grootheden meten.
Voor je examen moet je deze apparaten herkennen. Ook moet je weten hoe je ze gebruikt.

Stoffen en materialen
- brander
- dompelaar
- maatglas / maatcilinder
- meetlint
- thermometer
- weegschaal

Elektrische energie
- kWh-meter
- multimeter (wordt behandeld in deel 4B)
- schuifweerstand (wordt behandeld in deel 4B)
- spanningsmeter
- stroommeter
- transformator
- vermogensmeter
- voedingsapparaat

Geluid
- geluidssterktemeter / decibelmeter / dB-meter
- luidspreker
- microfoon
- oscilloscoop
- stemvork
- toongenerator

Kracht en veiligheid
- krachtmeter / veerunster
- stopwatch

1 Voor het meten van grootheden gebruik je verschillende apparaten.
Welke grootheid meet je?

a kWh-meter ....

b weegschaal ....

c meetlint ....

d maatglas ....

2 Vul in tabel 3 achter elke afbeelding de naam van het apparaat in. Vul daarna de grootheid in die je met elk apparaat kunt meten.

tabel 3 Zes natuurkundige apparaten.

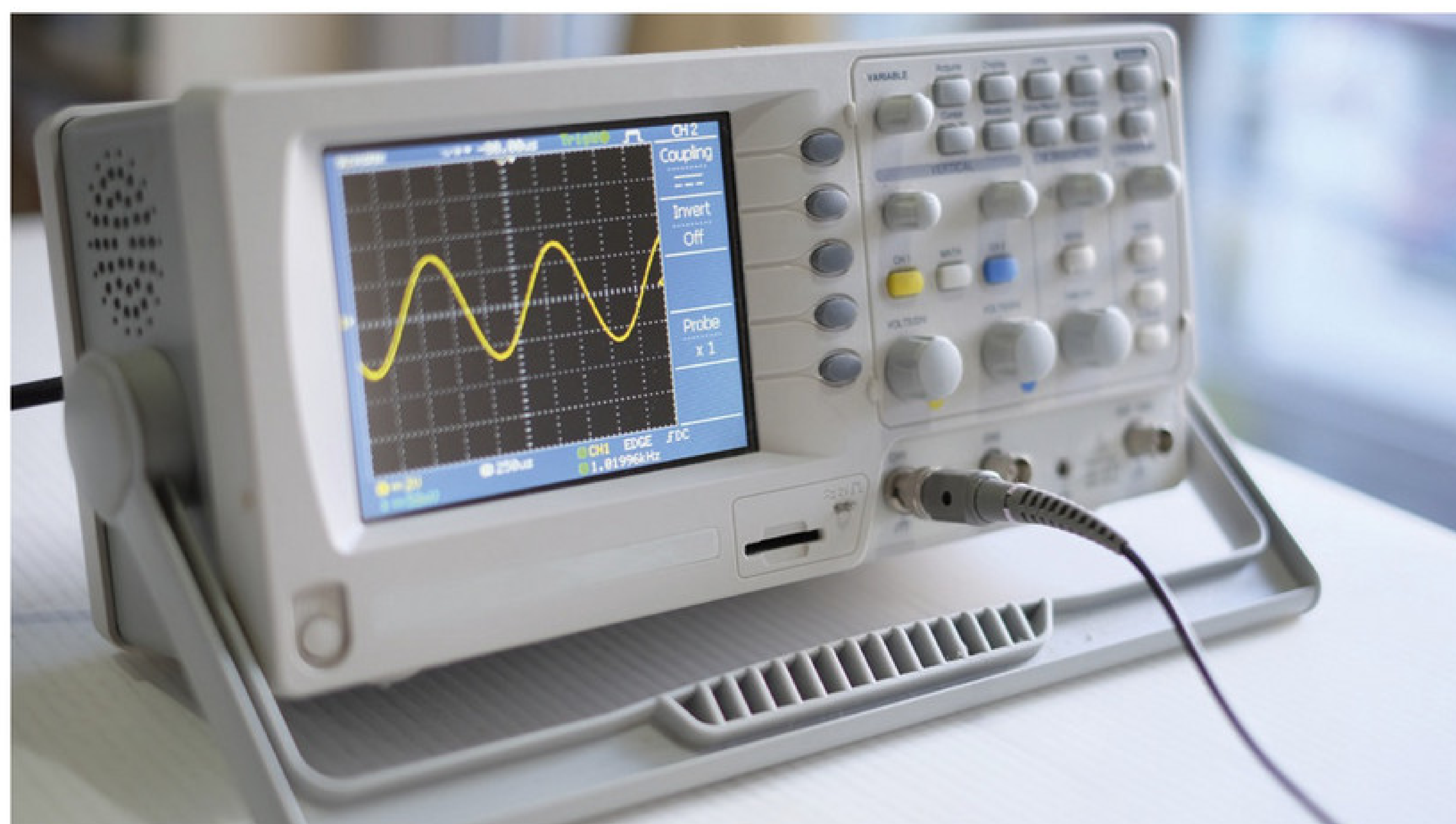
afbeelding	naam	grootheid

3 In kolom 1 staan natuurkundige apparaten.
Geef aan waarvoor je elk natuurkundig apparaat gebruikt.

A dompelaar ○	○ 1 Dit apparaat gebruik je als spanningsbron.
B oscilloscoop ○	○ 2 Met dit apparaat kun je één toon met één frequentie maken.
C stemvork ○	○ 3 Met dit apparaat kun je geluid afbeelden op een scherm.
D toongenerator ○	○ 4 Met dit apparaat kun je veel tonen met één frequentie maken.
E voedingsapparaat ○	○ 5 Met dit apparaat verwarm je een vloeistof.

4 In afbeelding 5 zie je een natuurkundig apparaat.
Welk apparaat is dit?

○ A een decibelmeter
○ B een oscilloscoop
○ C een stemvork
○ D een toongenerator



afbeelding 5 Een natuurkundig apparaat.

5 Ryan brengt zijn scooter naar de scooterwinkel voor een onderhoudsbeurt. Tijdens de beurt controleert de monteur of er een lekstroom bij de accu is. In afbeelding 6 zie je de meter met de aanwijzing van de lekstroom.

a Hoe heet de meter die de monteur afleest?

....

b Lees de meterstand af.

De meterstand is .... A.

c Noteer de lekstroom in mA.

De lekstroom is .... mA.



afbeelding 6 Meter die de lekstroom aanwijst.

naar: examen 2018 – variant 2

4 Grafieken tekenen

Een tabel gebruik je om een serie metingen op te schrijven. De metingen zet je daarna in een grafiek. Dat is vaak duidelijker dan een tabel. Er zijn twee assen in de grafiek die een schaalverdeling hebben. Daar moet je goed op letten als je de meetpunten tekent.

Zo maak je een grafiek:
- Teken de meetresultaten in als punten.
- Nu kun je de grafiek tekenen. Er zijn twee soorten grafieken:
  - Een rechte lijn: trek een rechte lijn als de meetpunten ongeveer op een rechte lijn liggen. Laat die lijn zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. **Let op!** Je mag de punten niet een voor een met elkaar verbinden. Dan krijg je een zigzaglijn. De lijn moet recht zijn.
  - Een kromme lijn: teken een vloeiende kromme lijn als de punten duidelijk niet op één rechte lijn liggen. Laat de kromme zo goed mogelijk bij de punten aansluiten. Net als bij een rechte lijn mag je de punten niet een voor een met elkaar verbinden.

1 Wanneer teken je een grafiek als een rechte lijn? Er zijn meerdere antwoorden juist.

☐ A als de meetpunten niet duidelijk op een rechte lijn liggen
☐ B als de meetpunten ongeveer op een rechte lijn liggen
☐ C als de meetpunten precies op een rechte lijn liggen

2 Janus moet een grafiek tekenen die hoort bij de meetpunten uit een tabel. Hij tekent vier grafieken.
Welke grafiek is de juiste?

- ○ A diagram 1
- ○ B diagram 2
- ○ C diagram 3
- ○ D diagram 4

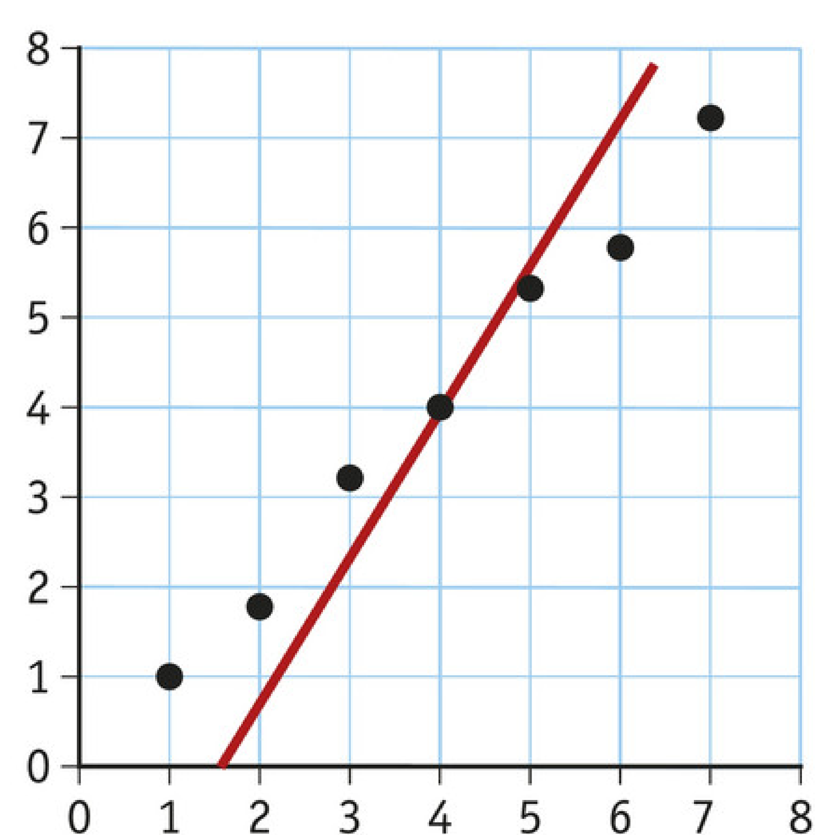


diagram 1

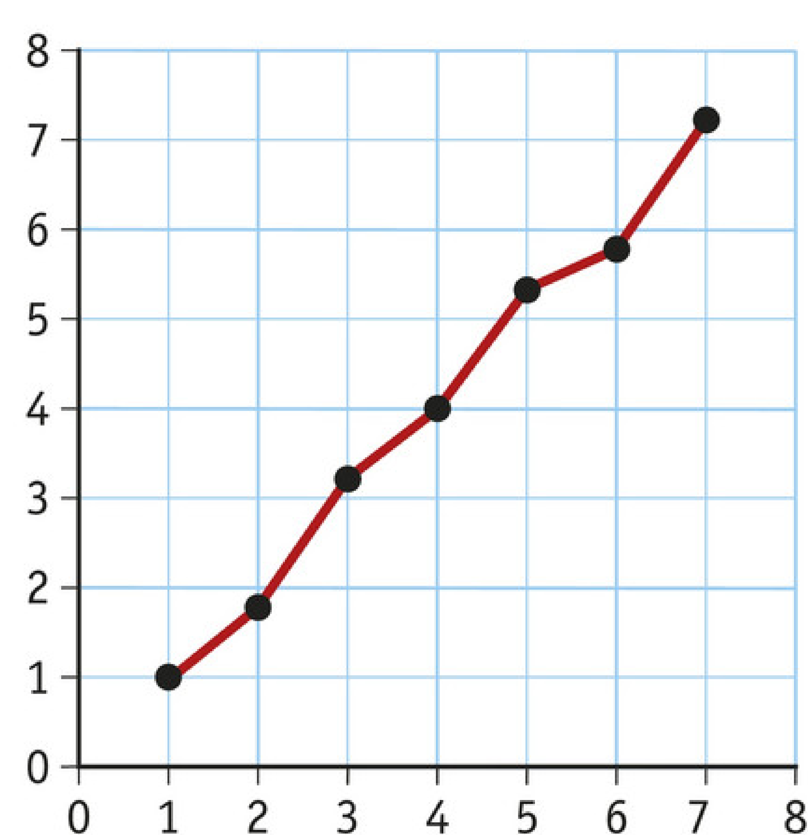


diagram 2

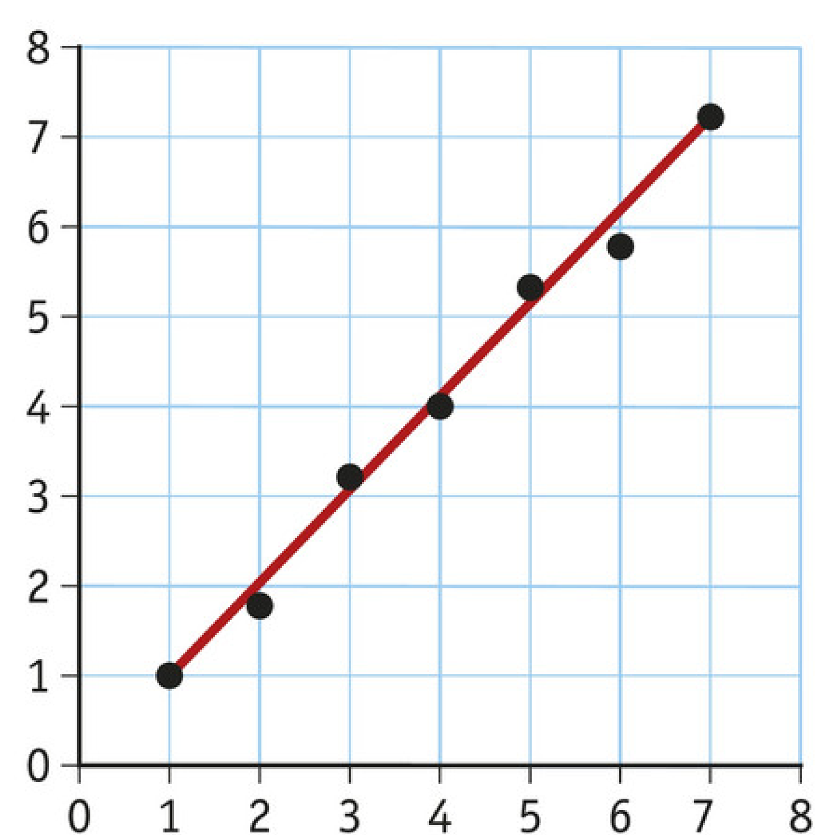


diagram 3

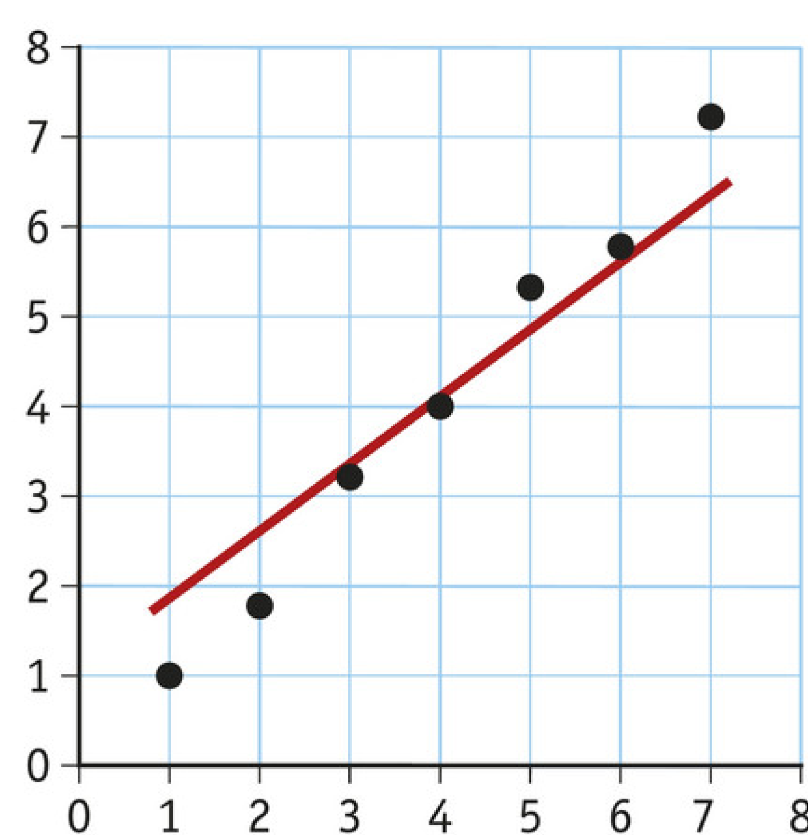


diagram 4

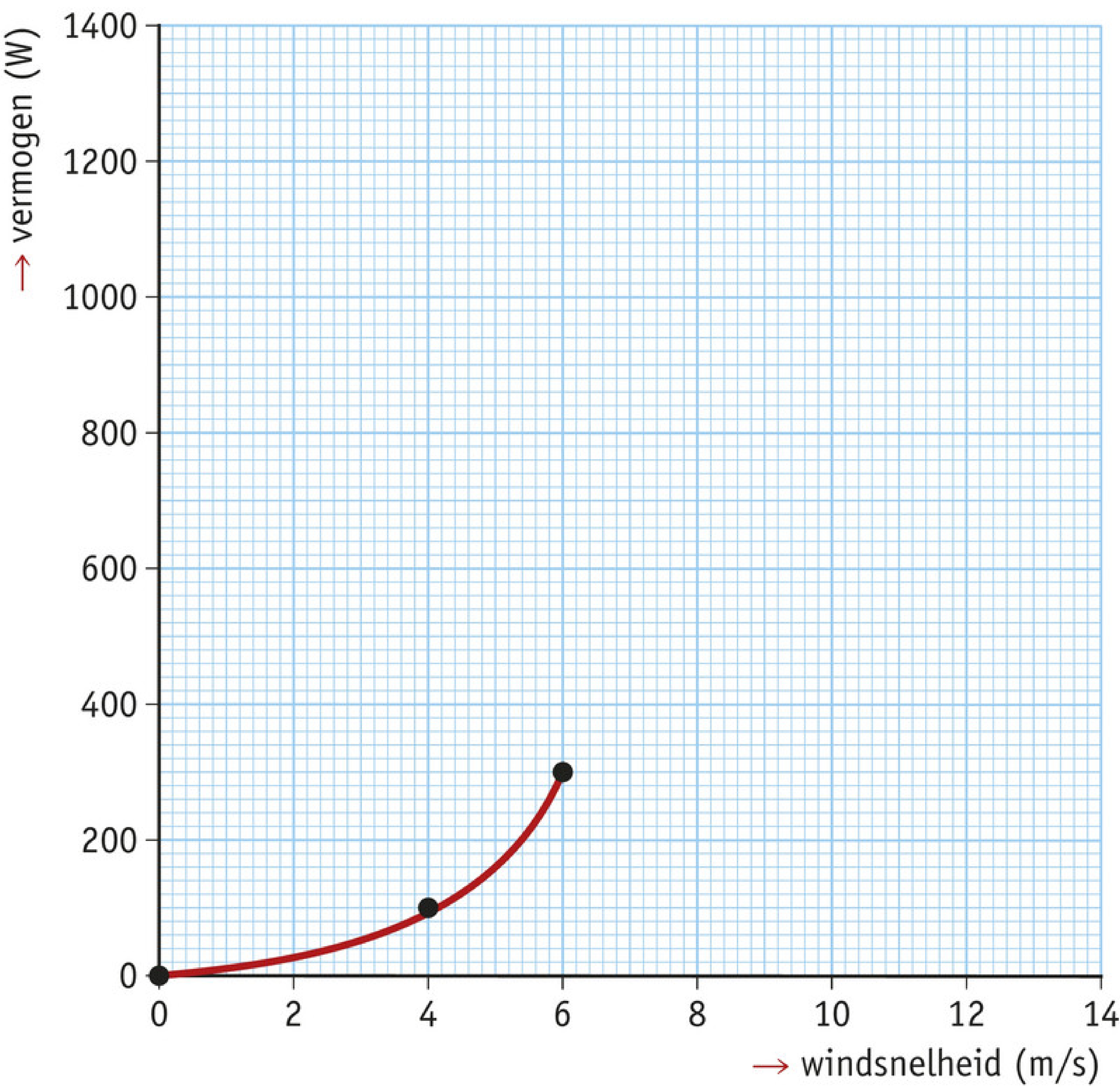
3 Met een windmolen op je dak kun je een deel van de elektrische energie die je gebruikt zelf opwekken (afbeelding 7). In de handleiding bij de windmolen staat tabel 4 met het geleverde elektrische vermogen bij verschillende windsnelheden. In afbeelding 8 zie je een diagram met een deel van de grafiek.
Maak de grafiek compleet.

tabel 4 Geleverde energie bij verschillende windsnelheden.

windsnelheid (m/s)	vermogen (W)
0,0	0
4,0	100
6,0	300
8,0	750
10,0	1200
11,0	1300
12,0	1350
14,0	1400



afbeelding 7 Twee windmolens boven op een woning.



afbeelding 8 Geleverd vermogen bij verschillende windsnelheden.

naar: examen 2018 – variant 2

5 Berekeningen maken

Rekenopdrachten zijn belangrijk bij Nask 1. Ook op het examen. 35 tot 40% van de punten die je op je examen kunt behalen, kun je behalen met rekenopdrachten. Bereid je dus goed voor op de rekenopdrachten.

Om ervoor te zorgen dat je bij een berekening niets vergeet, is het belangrijk dat je steeds hetzelfde stappenplan gebruikt:

- Wat zijn de gegevens?
  - Lees de tekst en schrijf de gegevens op. Je schrijft de grootheden met de waarden en de eenheden op.
- Wat is er gevraagd?
  - Lees de tekst. Schrijf de grootheid op die je moet berekenen.
- Uitwerking:
  - Zoek de juiste formule op. Hiervoor kun je de formulekaart gebruiken. Deze staat achter in het boek.
  - Reken de eenheid om als dat nodig is.
  - Schrijf de formule op die je nodig hebt.
  - Vul de formule in.
  - Maak de berekening.
  - Schrijf het antwoord op met erachter de juiste eenheid.

1 Ramon leest de volgende examenopdracht.

> ***Energiemeter***
>
> Wietske heeft een energiemeter waarmee ze het energieverbruik van apparaten kan meten. Ze zet de meterstand van de energiemeter op '0'. Dan sluit ze een ventilator via de meter aan op het lichtnet. De ventilator heeft een vermogen van 52 W. Als de ventilator werkt, loopt er een stroom van 230 mA.
> Bereken de spanning van het lampje.

a Welke twee grootheden met hun waarden en eenheden kun je uit de tekst halen?

....

....

b Welke grootheid moet je uitrekenen?

....

c Kies de juiste formule van de formulekaart.

....

d Reken de eenheid om als dit nodig is.

....

e Vul de formule in.

....

f Maak de berekening en schrijf het antwoord op met de juiste eenheid erachter.

....

naar: examen 2019 – variant 2

2 Myriam heeft een oplaadbare batterij gekocht (afbeelding 9). Ze doet de batterij in haar draagbare geluidsbox. De batterij heeft een capaciteit van 5000 mAh. De batterij is na 6,5 uur leeg.
Bereken volgens het stappenplan de stroomsterkte in milliampère.

Tip 1: Welke drie natuurkundige grootheden worden in de tekst genoemd?
Tip 2: Zoek in de formulekaart de juiste formule op.

....

....

....

....

....

....



afbeelding 9 Een oplaadbare batterij met een capaciteit van 5000 mAh.

naar: examen 2019 – variant 2

3 Sanne gaat met haar opa zeevissen. Ze gebruiken een visvinder. Dit apparaat zendt een geluid uit en vangt het teruggekaatste geluid weer op.
Onder hun boot zwemt een school vissen. De visvinder vangt het geluid op dat hij uitzendt na 0,024 s. De geluidssnelheid in zeewater is 1510 m/s.
Bereken volgens het stappenplan op welke diepte de vissen zwemmen.

Tip 1: Wat is de natuurkundige grootheid die hetzelfde is als diepte?
Tip 2: Denk eraan dat je te maken hebt met een echo.

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

naar: examen 2018 – variant 2

6 Opzoeken in Binas

Je hebt Binas al veel gebruikt bij de opdrachten die je gemaakt hebt. Bij je examen is het belangrijk dat je snel informatie in Binas kunt opzoeken. Je hebt dan meer tijd om over de examenopdrachten na te denken.

In Binas kun je op vier verschillende manieren informatie opzoeken:
1 Opzoeken via de **inhoud** op de eerste bladzijde.
Deze manier gebruik je als je weet in welke Binas-tabel je moet zoeken, maar niet meer weet waar de tabel staat. Let hierbij op dat de nummers in de inhoud verwijzen naar het nummer van de tabel. Ze verwijzen dus niet naar een bladzijde.
2 Opzoeken via het **register** achter in het boek.
Deze manier gebruik je als je niet weet in welke tabel je moet zoeken.
3 Zoeken in **tabel 1 tot en met 5**.
In deze tabellen staat algemene informatie die je niet altijd via het register vindt.
4 Bladeren door het **boek**.
Deze manier gebruik je als je via de drie andere manieren de informatie niet kunt vinden.

Je gaat nu oefenen met het opzoeken van informatie in Binas.

1 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Welke temperatuur is de kamertemperatuur?
Dit vind je niet meteen via de inhoud.

a Zoek in het register ‘kamertemperatuur’ op en noteer de tabel.

Het nummer van de tabel is ....

b Wat is de naam van deze tabel?

....

c Welke temperatuur is de kamertemperatuur?

De kamertemperatuur is ....

2 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Hoe groot is het smeltpunt van lood?
Weet je waar je in Binas moet zoeken? Ga dan verder met vraag c. Als je niet weet waar je moet zoeken, ga dan verder met vraag a.

a Welke fase heeft lood bij kamertemperatuur?
- ○ A vaste stof
- ○ B vloeistof
- ○ C gas

b Deze vraag gaat over de
GEGEVENS / *ISOLATIEWAARDE* / *VERBRANDINGSWARMTE* van lood.

c Welke tabel moet je gebruiken om het antwoord op de vraag te kunnen geven?

Je gebruikt tabel .... De naam van de tabel is ....

....

d Hoe groot is het smeltpunt van lood?

Het smeltpunt van lood is .... °C.

3 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Wat betekent het elektrotechnische symbool in afbeelding 10?



afbeelding 10
Welk symbool is dit?

a Zoek dit op in de **inhoud** van Binas.

Informatie over symbolen vind je in tabel .... met de

naam ....

b Dit symbool betekent ....

4 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Hoe groot is de dichtheid van zilver?

a De dichtheid van zilver vind je in tabel .... met de titel..........................

....

b De dichtheid van zilver is ....

5 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Wat gebeurt er met kca, nadat je het hebt ingeleverd?

a Over welk onderwerp gaat deze vraag?
- ○ A afval
- ○ B elektronica-onderdelen
- ○ C legeringen

b Welke tabel gaat over dit onderwerp?
- ○ A tabel 12
- ○ B tabel 26
- ○ C tabel 27

c Nadat kca is ingeleverd, ...

....

....

6 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Wat betekent het pictogram in afbeelding 11?



afbeelding 11 Welk symbool is dit?

a Informatie over pictogrammen vind je in tabel .... met de naam

....

b Dit symbool betekent ....

7 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Hoe groot is de geluidssnelheid in steen?

a Wat is een ander woord voor geluidssnelheid?
Weet je dit niet, ga door naar vraag c.

....

b In welke tabel kun je geluidssnelheid opzoeken?

in tabel ....

Ga door naar vraag d.

c Blader rustig door Binas en kijk of je het antwoord kunt vinden.
Welke tabel heb je nu gevonden?

tabel ....

d De geluidssnelheid in steen is .... m/s.

8 Je moet de volgende vraag beantwoorden: Welke metalen zitten in de legering nordic gold?

a Zoek dit op in de **inhoud** van Binas.

Informatie over legeringen vind je in tabel .... met de naam

....

b Welke vier metalen zitten in nordic gold?

1 ....

2 ....

3 ....

4 ....

9 **a** Hoe groot is het rendement van een sl-lamp?

Het rendement van een sl-lamp is ....

b Dit staat in tabel .... met de naam ....

....

10 **a** Hoelang kunnen je oren maximaal een geluid met een geluidssterkte van 110 dB verdragen?

Dit geluid kunnen je oren maximaal .... verdragen.

b Dit staat in tabel .... met de naam ....

....

11 **a** Wat betekent ‘micro’?

Micro betekent ....

b Dit staat in tabel .... met de naam ....

12 **a** Tot welk geluidsniveau is geluid veilig?

Geluid is veilig tot ....

b Dit heb ik gevonden in tabel .... met de naam ....

PRAKTISCHE OPDRACHT WERKEN MET BINAS

20 minuten

Wat je nodig hebt

- ☐ Binas Nask 1 vmbo-basis 2e editie
- ☐ post-its (gele plakpapiertjes)
- ☐ stopwatch

Uitvoering

In Binas staan 27 tabellen. Bedenk een vraag over de gegevens die in deze tabellen staan.

- Blader hiervoor door Binas.
- Bedenk dan een vraag bij een tabel.

Een voorbeeld van een vraag bij tabel 13 is:
Hoe groot is de smeltwarmte van lood?

1 Schrijf in kolom 2 van tabel 5 de vraag die je hebt bedacht. De voorbeeldvraag staat al in tabel 1.

2 Schrijf in kolom 3 van tabel 5 het antwoord op de vraag.

3 Schrijf in kolom 4 van tabel 5 het nummer van de Binas-tabel die je hebt gebruikt.

- Bedenk nu nog tien vragen over de gegevens in Binas.
- Je mag over alles wat in de tabellen staat vragen stellen.
- Maak de vragen niet te gemakkelijk.
- Bedenk vragen uit tien verschillende tabellen.

4 Schrijf de tien vragen op. Denk eraan ook steeds het antwoord en het tabelnummer op te schrijven.

tabel 5 Vragen bedenken.

	vraag	antwoord	tabelnummer
	Hoe groot is de smeltwarmte van lood?	25 J/g	13
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

- Je hebt nu tien vragen opgeschreven over gegevens in Binas.
- Dek de kolommen 3 en 4 af, bijvoorbeeld met post-its (gele plakpapiertjes)..
- Vraag het boek van een medeleerling.
- Schrijf jouw vragen in zijn boek zonder de antwoorden.
- Geef jouw boek aan je medeleerling. Laat hem zijn vragen opschrijven in jouw boek.

- Start de stopwatch.
- Beantwoord de tien vragen van je klasgenoot door de antwoorden op te zoeken in Binas.
- Schrijf het tabelnummer op waar je het antwoord hebt gevonden.

5 Schrijf je antwoord op de vraag op in tabel 6. Schrijf ook het tabelnummer op waar je het antwoord hebt gevonden.

tabel 6 Opzoeken in Binas.

	vraag	antwoord	tabelnummer	goed / fout
1				*GOED / FOUT*
2				*GOED / FOUT*
3				*GOED / FOUT*
4				*GOED / FOUT*
5				*GOED / FOUT*
6				*GOED / FOUT*
7				*GOED / FOUT*
8				*GOED / FOUT*
9				*GOED / FOUT*
10				*GOED / FOUT*

- Heb je alle vragen beantwoord? Stop dan de stopwatch.

6 Hoelang heb je gedaan over het beantwoorden van de vragen?

a Ik heb .... minuten en .... seconden gedaan over het beantwoorden van de vragen.

b Hoeveel seconden zijn dit in totaal?

Dit zijn .... seconden in totaal.

- Neem het boek van de andere leerling.

7 Controleer je antwoorden. Geef in de laatste kolom van tabel 6 aan of je antwoord goed of fout was.

8 Hoeveel vragen had je goed?

....

9 Hoeveel vragen had je fout?

....

- Tel voor elk fout antwoord 40 seconden op bij je tijd.

10 Wat is nu je totaaltijd?

....

- Zoek je totaaltijd op in tabel 7.

11 Wat is het advies voor jou?

Je kunt de informatie in Binas ....

....

tabel 7 Hoe snel zoek jij in Binas informatie op?

symbool	tijd	advies
	meer dan 300 seconden	Je kunt de informatie in Binas nog niet snel genoeg vinden. Extra oefenen is voor jou erg belangrijk.
	tussen 180 en 300 seconden	Je kunt de informatie in Binas snel genoeg vinden. Extra oefenen zorgt ervoor dat je echt snel wordt.
	minder dan 180 seconden	Je kunt de informatie in Binas heel snel vinden. Zorg ervoor dat je blijft oefenen om deze vaardigheid te behouden.

- Ruim alles netjes op.

FORMULEKAART

ELEKTRICITEIT EN ENERGIE

capaciteit = stroomsterkte × tijd
stroomsterkte = capaciteit : tijd
tijd = capaciteit : stroomsterkte

vermogen = energie : tijd
energie = vermogen × tijd
tijd = energie : vermogen

weerstand = spanning : stroomsterkte
spanning = weerstand × stroomsterkte
stroomsterkte = spanning : weerstand

vermogen = spanning × stroomsterkte
spanning = vermogen : stroomsterkte
stroomsterkte = vermogen : spanning

GELUID

geluidssnelheid = afstand : tijd
afstand = geluidssnelheid × tijd
tijd = afstand : geluidssnelheid

BEWEGING, KRACHT EN DICHTHEID

gemiddelde snelheid = afstand : tijd
afstand = gemiddelde snelheid × tijd
tijd = afstand : gemiddelde snelheid

stopafstand = reactieafstand + remweg
reactieafstand = stopafstand – remweg
remweg = stopafstand – reactieafstand

zwaartekracht = massa × 10
massa = zwaartekracht : 10

druk = kracht : oppervlakte
kracht = druk × oppervlakte
oppervlakte = kracht : druk

dichtheid = massa : volume
massa = dichtheid × volume
volume = massa : dichtheid

Register

Colofon

ONTWERP BINNENWERK
Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG
Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK
Crius Group

AUTEURS
Sander Michon, Michon Educatie

EINDREDACTIE
Linda Kleverlaan, Fundamen*taal* communicatie | educatie

MET MEDEWERKING VAN
Jac van Gemert
Ton Jacobs
Lineke Pijnappels
Lian Poelsma

TECHNISCH TEKENWERK
Erik Eshuis, Groningen
Herman Sittrop, Rotterdam

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam

BEELDVERANTWOORDING
ANP Foto/Branko de Lang: Pag. 6/7; ANP Foto/Flip Franssen: Pag. 218; ANP Foto/Hollandse Hoogte/Harold Versteeg: Pag. 202 (o.); ANP Foto/Hollandse Hoogte/Tineke Dijkstra: Pag. 203 (o.); ANP Foto/Science Photo Library/Andrew Brookes: Pag. 146/147; ANP Foto/Science Photo Library/ Eye of Science: Pag. 10; ANP Foto/Science Photo Library/ Turtle Rock Scientific: Pag. 17 (l.o.); Dreamstime/Anatoliy Samara : Pag. 200; Dreamstime/Jakit17: Pag. 132 (r.o.); Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 8, 9, 15, 21, 26, 27, 39, 40 (b.), 40 (o.), 42,72 (b.),72 (b.),72 (b.),72 (b.),72 (b.),72 (l.o.),72 (r.o),73 (l.b.),73 (r.b.),74,75,75 (r.b.),78,79 (l.b.),79 (r.b.),79 (o.),80 (b.),80 (o.),81 (b.),82 (l.),82 (r.),83,84,86 (b.),86 (o.),87,88,89 (r.),90 (r.b.),90 (o.),91 (b.),91 (o.),92 (o.),93 (r.),94 (b.),94 (o.),95 (b.),95 (o.),96 (b.),96 (o.),97 (b.),97 (o.),99 (l.),99 (r.),103 (l.),103 (r.),107 (b.),113,115,126,128,129 (b.),130 (b.),130 (o.),131 (l.b.),131 (m.b.),131 (r.b.),131 (o.),134,136,137 (o.),139,180,223,225 (b.),225 (o.),231 (l.b.),231 (r.b.),231 (l.o.),231 (r.o.),232 (o.),238,239,243 (b.),243 (m.),243 (o.); Getty Images/Vitaly Nevar/TASS: Pag. 125; Imageselect/Alamy Stock Photo/ Robert Fried : Pag. 58 (o.); Imageselect/Alamy Stock Photo/ WRESPhotography : Pag. 17 (r.o.); Imageselect/Science Source/GIPhotoStock: Pag. 25; iStockphoto/BernardaSv: Pag. 227 (b.); iStockphoto/majorosl: Pag. 150; iStockp-hoto/Paul Colley: Pag. 168; KnivesandTools: Pag. 235; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: Pag. 23,24 (l.b.),24 (r.b.),24 (o.),73 (o.),76 (l.b.),77,89 (l.),90 (l.b.),92 (b.),93

(l.),119,132 (b.),178,184 (b.),189 (o.),227 (2e b.),227 (5e b.),229; Nationale Beeldbank/Evert Jan Luchies : Pag. 49; Reint Jurjens Fotografie, Thesinge: Pag. 54; Shutterstock/SeventyFour: Pag. 0; Shutterstock/24Novembers: Pag. 62 (b.); Shutterstock/Africa Studio: Pag. 166 (b.); Shutterstock/AL Robinson: Pag. 164; Shutterstock/Alexandre Syenchuk: Pag. 121; Shutterstock/Alexandru Rosu: Pag. 37; Shutterstock/Arak Pannoi: Pag. 172; Shutterstock/Ashish_wassup6730: Pag. 17 (b.); Shutterstock/Ayman alakhras: Pag. 31; Shutterstock/Bacho: Pag. 12; Shutterstock/Carolyn Franks: Pag. 11; Shutterstock/charnsitr: Pag. 34; Shutterstock/Dana.S: Pag. 154; Shutterstock/Dmitry Markov152: Pag. 44; Shutterstock/GagliardiPhotography: Pag. 166 (o.); Shutterstock/Gertan: Pag. 203 (b.); Shutterstock/guruXOX: Pag. 19; Shutterstock/guruXOX: Pag. 199; Shutterstock/hanohiki: Pag. 129 (o.); Shutterstock/Happy Lemon: Pag. 204 (o.); Shutterstock/Hein Nouwens : Pag. 135 (o.); Shutterstock/ilove: Pag. 57; Shutterstock/Jerry Lin: Pag. 14 (b.); Shutterstock/JRJfin: Pag. 227 (o.); Shutterstock/Juice Verve: Pag. 36 (l.o.); Shutterstock/Kletr: Pag. 36 (r.o.); Shutterstock/Lakeview Images: Pag. 196 (r.o.); Shutterstock/Liquorice Legs: Pag. 196 (b.); Shutterstock/Lukas Wunderlich: Pag. 62 (o.); Shutterstock/Lysogor Roman: Pag. 162; Shutterstock/MeskPhotography: Pag. 107 (o.); Shutterstock/metamorworks: Pag. 108; Shutterstock/Myfotoprom: Pag. 32; Shutterstock/Nadiia Iatsun: Pag. 202 (b.); Shutterstock/Nataliass: Pag. 227 (4e b.); Shutterstock/Nordic-Pictures: Pag. 191 (o.); Shutterstock/O n E Studio: Pag. 204 (l.b.); Shutterstock/OhSurat: Pag. 228; Shutterstock/Petr Salinger/Repelsteeltje: Pag. 13; Shutterstock/Pinhead Studio: Pag. 46; Shutterstock/r.classen: Pag. 100 (l.); Shutterstock/Reanprayoon: Pag. 18 (b.); Shutterstock/rebeiroantonio: Pag. 204 (r.b.); Shutterstock/Red_Shadow: Pag. 189 (b.); Shutterstock/Rido: Pag. 135 (b.); Shutterstock/Ronald Verhage: Pag. 159; Shutterstock/simez78: Pag. 196 (l.o.); Shutterstock/TasfotoNL: Pag. 132 (l.o.); Shutterstock/Tawansak: Pag. 18 (o.); Shutterstock/Telia/Belinda Turner/Neil Tackaberry/Antonio Guillem/Fotosr52 : Pag. 43; Shutterstock/Vadim Ratnikov: Pag. 59; Shutterstock/Viktor Gladkov: Pag. 98; Shutterstock/Wirestock Creators: Pag. 137 (b.); Shutterstock/Worldpics: Pag. 232 (b.); Shutterstock/yaalan: Pag. 33; Shutterstock/Yashkin Ilya: Pag. 53; Shutterstock/yevgeniy11: Pag. 106; Shutterstock/Zygotehaasnobrain: Pag. 174; Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem/Edwin Verbaal: Pag. 148,149,152,155,162 (l.o.),162 (r.o.),167,177,181,182 (o.),183 (l.o.),183 (m.o.),183 (r.o.),184 (l.o.),184 (m.o.),184 (r.o.),186 (b.),186 (l.m.b.), 186 (l.m.o.), 186 (r.m.b.), 186 (r.m.o.), 186 (o.), 187 (l.), 187 (m.), 187 (r.), 188 (l.), 188 (r.), 191 (l.b.), 191 (l. m.b.), 191 (r.m.b.), 191 (r.b.), 192, 193, 194, 195, 209;Voermans van Bree Fotografie, Arnhem: Pag. 183 (l.b.), 183 (r.o.); Zwammerdam.net/Derk Peters: Pag. 14 (o.)

OMSLAG

Westend61 GmbH/Alamy Stock Photo/Christian Vorhofer

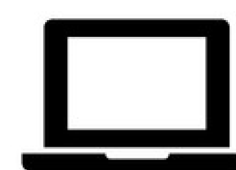
ISBN 978 94 020 7324 9

Release 5.0, eerste oplage

MALMBERG


Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.


Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.


Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

AUTEUR

Sander Michon

EINDREDACTIE

Linda Kleverlaan

MET MEDEWERKING VAN

Jac van Gemert

Ton Jacobs

Lineke Pijnappels

Lian Poelsma

Release 5.0


ISBN 978 94 020 7324 9

598801-01

MALMBERG